

**Propuesta de Mejoramiento del Plan De Mantenimiento en Equipo Transmisor BE
FM10S**

Sergio Enrique Pedraza Pedraza, Carlos Javier Páez Moreno

Dirección de Posgrados, Universidad ECCI
Especialización en Gerencia de Mantenimiento
Mg. Miguel Ángel Urián Tinoco

Noviembre del 2020

Índice de Contenido

1	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	10
2	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	10
2.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2.2.1	<i>Alcance del Problema.....</i>	<i>11</i>
2.3	SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
3	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
3.1	OBJETIVO GENERAL	12
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4	JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN	13
4.1	JUSTIFICACIÓN	13
4.2	DELIMITACIÓN	16
4.3	LIMITACIONES	16
5	MARCOS CONCEPTUAL	17
5.1	ESTADO DEL ARTE.....	17
5.1.1	<i>Tesis Nacionales.....</i>	<i>17</i>
5.1.2	<i>Tesis Internacionales.....</i>	<i>21</i>
5.2	MARCO TEÓRICO.....	25
5.2.1	<i>Sistemas de Telecomunicaciones.....</i>	<i>25</i>
5.2.2	<i>Componentes de un Sistema de Radio Comunicaciones.....</i>	<i>27</i>
5.2.3	<i>Sistemas de Modulación.....</i>	<i>29</i>
5.2.4	<i>Equipo Transmisor.....</i>	<i>31</i>
5.2.5	<i>Objetivo del Mantenimiento.....</i>	<i>33</i>

5.3	MARCO NORMATIVO / LEGAL	43
6	MARCO METODOLÓGICO.....	49
6.1	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	49
6.1.1	<i>Tipo de Investigación.</i>	49
6.1.2	<i>Fuentes de Obtención de la Información.</i>	49
6.1.3	<i>Metodología.</i>	49
6.1.4	<i>Información recopilada.</i>	50
6.2	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	55
6.2.1	<i>Análisis de Jerarquización y Matriz de Criticidad.</i>	55
6.2.2	<i>Modos de Falla.</i>	62
6.2.3	<i>Funciones del Sistema.</i>	68
6.3	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	71
7	IMPACTOS ESPERADOS / GENERADOS	72
7.1	RESULTADOS ALCANZADOS.....	72
7.2	ACTIVIDADES	72
7.2.1	<i>Registro.</i>	73
7.2.2	<i>Realización de Capacitaciones.</i>	74
7.2.3	<i>Implementación del Formato FMECA.</i>	74
8	ANÁLISIS FINANCIERO.....	76
8.1	ANÁLISIS.....	76
8.1.1	<i>Inversión asociada al Mantenimiento.</i>	76
8.1.2	<i>Costos Asociados a la Implementación del Plan de Mantenimiento.</i>	78
8.2	COSTO DE CICLO DE VIDA	79
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
9.1	CONCLUSIONES	83

9.2 RECOMENDACIONES.....	83
10. BIBLIOGRAFÍA	84

Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1	<i>RADIOGRAFÍA DEL DESEMPEÑO DE LAS EMISORAS</i>	15
ILUSTRACIÓN 2	<i>FRECUENCIAS EN BOGOTÁ</i>	16
ILUSTRACIÓN 3	<i>SISTEMA DE TELECOMUNICACIÓN.....</i>	26
ILUSTRACIÓN 4	<i>MODO DE TRANSMISIÓN.....</i>	27
ILUSTRACIÓN 5	<i>EMISORA RADIAL.....</i>	28
ILUSTRACIÓN 6	<i>TRANSMISIÓN DE RADIO</i>	29
ILUSTRACIÓN 7	<i>MODULACIÓN AM</i>	30
ILUSTRACIÓN 8	<i>MODULACIÓN FM.....</i>	31
ILUSTRACIÓN 9	<i>TRANSMISOR FM.....</i>	32
ILUSTRACIÓN 10	<i>DIAGRAMA DE BLOQUES TRANSMISOR</i>	32
ILUSTRACIÓN 11	<i>ORGANIZACIÓN.....</i>	35
ILUSTRACIÓN 12	<i>LIMPIEZA</i>	36
ILUSTRACIÓN 13	<i>PILARES TPM.....</i>	40
ILUSTRACIÓN 14	<i>TRANSMISOR BEFM 10S Y SISTEMA RADIANTE</i>	56
ILUSTRACIÓN 15	<i>MODULO RF Y FUENTE.....</i>	62
ILUSTRACIÓN 16	<i>TURBINA.....</i>	63
ILUSTRACIÓN 17	<i>COMBINADOR.....</i>	64
ILUSTRACIÓN 18	<i>FILTRO</i>	65
ILUSTRACIÓN 19	<i>ANÁLISIS D MODOS DE FALLAS Y SUS EFECTOS</i>	71
ILUSTRACIÓN 20	<i>5W+1H DE SUBSISTEMA FILTRO DEL TRANSMISOR</i>	73
ILUSTRACIÓN 21	<i>CAPACITACIONES VIRTUALES</i>	74
ILUSTRACIÓN 22	<i>FORMATO FMECA DEL TRANSMISOR BEF M10</i>	75

Índice de Tablas

TABLA 1	MARCO NORMATIVO LEGAL	43
TABLA 2	REGISTRO DE FALLAS EN AÑO 2019	51
TABLA 3	DAFO	54
TABLA 4	TAXONOMÍA DEL SISTEMA TRANSMISOR.....	57
TABLA 5	CODIFICACIÓN.....	58
TABLA 6	MATRIZ DE CRITICIDAD.....	61
TABLA 7	CÁLCULO DE CRITICIDAD	61
TABLA 8	MODOS DE FALLA.....	65
TABLA 9	NIVEL DE SEVERIDAD	67
TABLA 10	NIVEL DE OCURRENCIA.....	68
TABLA 11	SECCIONES-FUNCIONES-SISTEMAS DE LA MÁQUINA	69
TABLA 12	COSTOS EQUIPOS	76
TABLA 13	REPUESTOS	77
TABLA 14	COSTOS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	79
TABLA 15	DATOS DEL EJERCICIO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 16	FLUJO DE COSTOS A 30 AÑOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Resumen

En esta investigación tiene como finalidad analizar el mantenimiento de un activo de una organización, en este caso un transmisor de radio difusión Transmisor BE FM10S en cuanto su mantenimiento y analizar de qué forma se puede mejorar, para ello se realizará diferentes actividades con el fin de adquirir un conocimiento del funcionamiento y plantear una mejora de mantenimiento en caso haga falta.

Para la ejecución de la investigación se dividió en tres etapas de desarrollo, Recolección de la información, análisis de la información y propuesta de solución.

Desarrollado durante la ejecución de los tres objetivos planteados.

- Realizar un diagnóstico del estado actual del transmisor BE FM 10S por medio de una caracterización completa, con el fin de definir recursos y cronogramas de mantenimiento.
 - Recolección de información del mantenimiento que se realiza y tiempos.
 - Indagar con los encargados por medio de entrevistas el comportamiento de los equipos y tipo de fallas que se presentan.
 - Documentos de trabajos realizados en mantenimiento.
- Investigar las metodologías, normatividad y técnicas de mantenimiento aplicadas en la industria, contextualizando para una futura implementación en la empresa.
 - Recopilación de información de las metodologías, normatividad y técnicas de mantenimiento, material recolectado en el estado del arte, por medio del análisis de diferentes tesis nacionales e internacionales en donde se buscó información de la forma de implementar y mejorar los mantenimientos de diferentes áreas de producción.

- En el marco teórico, donde nos contextualizamos acerca de la importancia del equipo y para qué sirve en la radiodifusión, también se recopiló información de las diferentes metodologías de mantenimiento.
- Realizar una propuesta de mantenimiento que se adapte al transmisor BE FM 10S y a la empresa mediante los datos recopilados.
- Con base a la información recopilada se pudo seleccionar el tipo de mantenimiento más adecuado para la empresa, para seguir su planteamiento en plan de mantenimiento para el transmisor BE FM 10S.

Palabras Claves

Propuesta, Mejoramiento, Mantenimiento, Transmisor.

Abstract

This research has as a purpose to analyze the maintenance of an active equipment of the company, in this case a transmitter for radios diffusion Transmitter BE FM 10S about its maintenance and to analyze the way it can be improved, thinking on that will be made several activities to acquire knowledge about its functions and planning an improvement if it is needed.

The execution of this research was divided in three stages: collecting information, analysis of it and proposal of solution. Also, the three main objectives were developed along it.

- Making an updated diagnosis of the transmissior BE FM 10S through a full characterization to define resources and schedule for a maintenance.
 - Collecting information about the equipment maintenance and frequency of it.
 - Interview the people in charge of the equipment to know the behavior of the equipment and stablsh the most frequently reported failures.
 - Paper work done during the maintenance.
- To investigate methodology, normativity and maintenance techniques applied in the industry, contextualized the research for a future implementation in the company.
 - Compiling information about methodology, normativity and maintenance techniques, material collected in the state of the art, through the analisys of several national and international tesis looking for information about equipment maintenance to implement them in different production areas.
 - In the theorical framework, we contextualized the importance of the equipment and its uses in broadcasting, it was also compiled information about several maintenance techniques.

- To develop a maintenance proposal that is adapted to the transmitter BE FM 10S and the company based on the information collected.
- Based on the compiled information it was selected the most appropriated maintenance for the company, to make a follow up of the maintenance plan for the transmitter BE FM 10S

Keywords

Proposal, Improvement, Maintenance, Transmitter.

1 Título de la investigación

Propuesta de Mejoramiento del Plan De Mantenimiento en Equipo Transmisor BE FM10S

2 Problema de la Investigación

2.1 Descripción del Problema

Radio Cadena Nacional es una cadena radial con 70 años de experiencia perteneciente a la organización Ardila Lulle. Proporciona servicios de comunicación y entretenimiento radial a nivel nacional. Bogotá cuenta con 10 emisoras y brinda soporte técnico a las emisoras ubicadas en Villavicencio, Fusagasugá, Villa pinzón, Neiva y San Andrés. La empresa cuenta con un departamento técnico encargado de realizar el mantenimiento de los equipos de radiodifusión, personal integral con experiencia en el área, resaltando la sede Bogotá es pionera en implantación de nuevas tecnologías.

El departamento técnico, trabaja con mantenimientos preventivos, programados anualmente en las emisoras y transmisores, los correctivos donde se da solución inmediata a las paradas o fallas de equipos que se presentan. Mantener la emisión al aire es el objetivo principal del departamento técnico, y cualquier falla que se represente genera molestias a oyentes y anunciantes.

El BE FM 10S es un equipo que se encuentra en la etapa final de nuestra cadena de audio es el encargado de transmitir nuestra señal los oyentes radiales, consta de toda la programación que se realiza en la emisora ya sea musical, entretenimiento o noticias. Este equipo está entrando en una etapa de desgaste representada en diferentes fallas, evidenciando la necesidad de mejorar su mantenimiento y minimizar la indisponibilidad. La ausencia de un seguimiento y registro efectivo disminuye el conocimiento y control para mantenimientos efectivos, manejo óptimo de

recursos en repuestos y costos. La falta de registro de la información antes planteada se evidencia en que el departamento se encuentra en una etapa de transición, puesto que el 50% del personal técnico que posee el conocimiento y la experiencia, se encuentran próximos a retirarse de la empresa en un lapso de 5 años, para lo cual es necesario implementar un plan de mantenimiento estructurado que permita a todos los integrantes del departamento responder a cualquier novedad que se presente.

2.2 Planteamiento del Problema

Teniendo en cuenta las novedades que se presentan, afectando la eficiencia en operación del equipo y la satisfacción de los clientes, se debe aplicar una técnica de mantenimiento eficiente y eficaz que contrarresten estos problemas. La pregunta formulada a continuación ayudará a orientar este proyecto. ¿Cómo minimizar los tiempos de parada ocasionada por fallas y el impacto de no disponibilidad del transmisor de BE FM 10S, de la emisora 104,4 MHz de RCN Radio Bogotá?

2.2.1 Alcance del Problema.

La propuesta se desarrollará en la empresa RCN Radio de la ciudad de Bogotá, en el transmisor de la emisora Fantástica 104.4 MHz, la recolección de información se realizará por el departamento técnico de la ciudad. Para ser analizada dentro los 4 meses de desarrollo del plan de estudios.

2.3 Sistematización del Problema

- Con qué realizar un diagnóstico del estado del transmisor BE FM10S?
- Qué metodologías, normatividades y técnicas se aplican en mantenimiento?
- Cuál es la propuesta de mantenimiento que se adapte al transmisor BE FM10S?

3 Objetivos de la Investigación

3.1 Objetivo General

Proponer un plan de mejora del mantenimiento para el Transmisor BE FM 10S mediante la investigación de técnicas y metodologías, e implementarlo en la empresa RCN Radio, con el cual se evidencie oportunidades de mejora y reducir fallas.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico del estado actual del transmisor BE FM 10S por medio de una caracterización completa, con el fin de definir recursos y cronogramas de mantenimiento.

Investigar las metodologías, normatividad y técnicas de mantenimiento aplicadas en la industria, contextualizando para una futura implementación en la empresa.

Realizar una propuesta de mantenimiento que se adapte al transmisor BE FM 10S y a la empresa mediante los datos recopilados.

4 Justificación y Delimitación

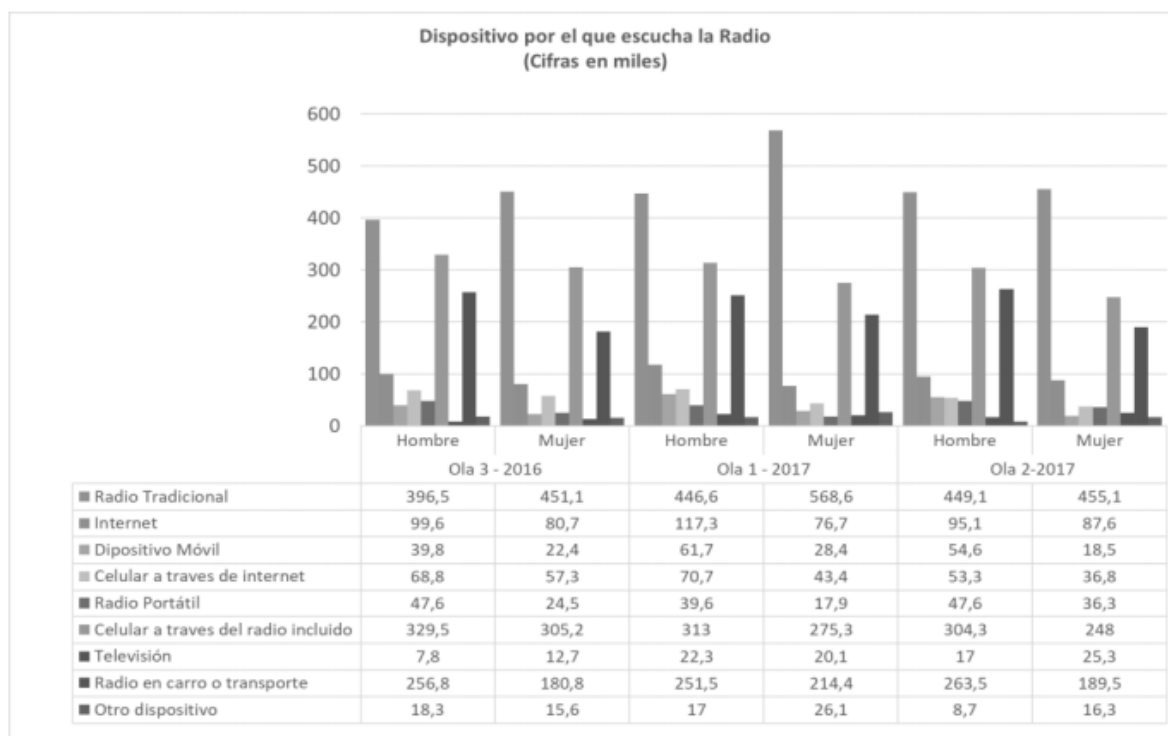
4.1 Justificación

Esta propuesta se lleva a cabo para optimizar actividades de mantenimiento, mejorando la confiabilidad del equipo transmisor. Siendo la radio difusión un medio de comunicación esencial para informar a la ciudadanía, es primordial contar con una estructura técnica eficiente. Una falla que se llegue a presentar en estudios se mitiga en transmisores, por medio de un audio de emergencia (una grabación realizada para este fin), para continuar emitiendo, generando tiempo para solucionar el problema que se haya presentado, a su vez se cuenta con transmisor de emergencia en caso de falla del principal.

En el momento en que la emisora sale del aire, muchos oyentes cambian el dial causando pérdida de audiencia, molestias por parte de los anunciantes y directivos de la empresa. No solo es mantener un audio emitiendo, sino respetar contenido de cada programa y este sea transmitido por completo. La importancia de este medio de comunicación se evidencia con el Estudio General de Medios (EMG) y Estudio Continuo de Audiencias de Radio (ECAR). Donde estas analizan una muestra de la dinámica del mercado y análisis sobre los hábitos de la población. En la Figura 1, se evidencia que el medio más usado para escuchar radio, es el tradicional, por encima de internet y dispositivos móviles, ratificando la necesidad de la empresa de garantizar la prestación del mejor servicio de radio difusión.

Ilustración 1

Dispositivos Usados Por Oyentes



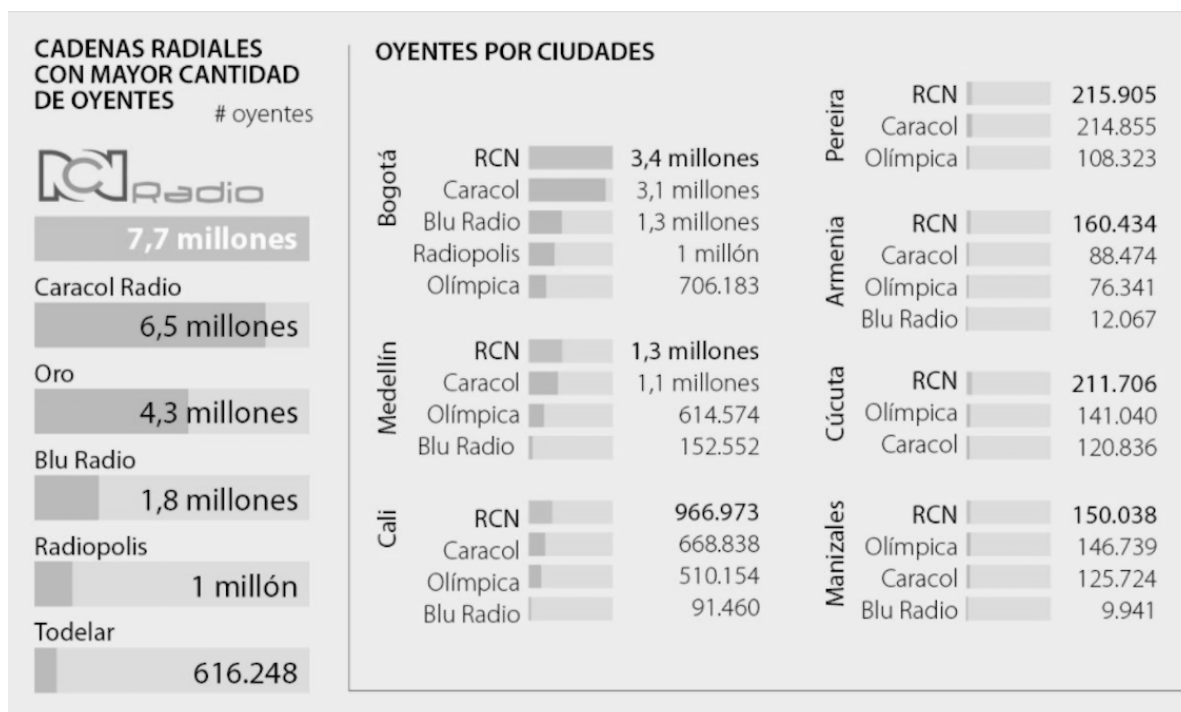
Nota: Estudio Continuo de Audiencias de Radio (ECAR) 2017

Según el estudio general de medios en 2017, en la Ilustración 2, se muestra la oferta de las principales emisoras en diferentes ciudades, suministrándonos el porcentaje de audiencia y en la Ilustración 3, se especifica el posicionamiento de las emisoras en la ciudad de Bogotá. La empresa RCN Radio se encuentra en la posición más alta en radioescuchas frente a otras empresas radiodifusoras, recayendo una gran responsabilidad a la parte técnica de responder este compromiso con sus oyentes fieles.

A mayor audiencia mayor responsabilidad al momento de prestar nuestro servicio.

Ilustración 1

Radiografía del desempeño de las emisoras



Nota: Es Estudios General de Medios (EMG) 2017

Ilustración 2

Frecuencias en Bogotá

EMISORAS	ULT. PERIODO - DIA DE AYER						SEMANAL						DIF. Semana	% Var Semana	DIF. 1-2019 Sem VS 1-2019 Ult	% Var Sem vs Ult Per		
	2-2018	Share	3-2018	Share	1-2019	Share	2-2019	Share	3-2018S	Share	1-2019S	Share					2-2019S	Share
RCN RADIO	3.027.800	27,8%	2.935.200	26,6%	3.283.900	27,4%	3.217.400	26,5%	3.579.399	26,1%	3.949.248	26,7%	3.973.000	26,3%	-23.752	-0,6%	785.600	23,9%
CARACOL RADIO	2.867.500	26,3%	3.110.500	28,2%	3.126.900	26,1%	3.281.200	27,1%	3.833.946	28,0%	3.874.611	26,2%	4.116.000	27,2%	-241.399	-6,2%	834.300	25,4%
OLIMPICA	724.500	6,7%	606.500	5,5%	794.300	6,6%	828.400	6,8%	784.011	5,7%	1.016.656	6,9%	1.093.000	7,2%	-76.344	-7,5%	264.600	31,9%
RCN VS CRC	160.300	1,5%	-175.300	-1,6%	157.000	1,3%	-64.300	-0,5%	-254.547	-1,5%	74.637	0,5%	-143.000	-0,9%	-217.637	-291,6%	-78.700	122,4%
RCN VS ORO	2.303.300	21,2%	2.328.700	21,1%	2.489.600	20,8%	2.389.000	19,7%	2.795.388	20,4%	2.932.592	19,9%	2.880.000	19,0%	-52.992	-1,8%	491.000	20,6%

EMISORAS	ULT. PERIODO - DIA DE AYER						SEMANAL						DIF. Semana	% Var Semana	DIF. 2-2019 Sem VS 2-2019 Ult	% Var Sem vs Ult Per									
	Pto	2-2018	Share	Pto	3-2018	Share	Pto	1-2019	Share	Pto	3-2018S	Share					Pto	1-2019S	Share	Pto	2-2019S	Share			
LA KALLE	4	748.200	6,9%	2	845.800	7,7%	1	940.000	7,8%	1	980.100	8,1%	2	984.875	7,2%	2	1.109.592	7,5%	1	1.192.000	7,9%	82.408	7,4%	211.900	21,6%
RADIO UNO	3	751.000	6,9%	6	679.900	6,2%	2	917.000	7,6%	2	914.900	7,9%	5	842.740	6,2%	1	1.119.798	7,6%	2	1.135.720	7,9%	15.200	1,4%	228.100	21,1%
OLIMPICA STEREO	5	724.500	6,7%	9	606.500	5,5%	4	794.300	6,6%	4	828.400	6,8%	7	784.011	5,7%	4	1.016.656	6,9%	3	1.093.000	7,2%	76.344	7,5%	264.600	31,9%
LA MEGA	1	904.500	8,3%	1	895.100	8,1%	3	849.800	7,1%	3	831.600	6,9%	1	1.068.434	7,8%	3	1.035.191	7,0%	4	1.044.000	6,9%	5.809	0,6%	209.400	21,2%
CARACOL RADIO	2	782.000	7,2%	5	706.400	6,4%	5	787.700	6,6%	5	818.600	6,8%	6	841.415	6,1%	6	946.818	6,4%	5	994.000	6,6%	47.182	5,0%	175.400	21,4%
XOGENIO FM	7	679.500	6,2%	3	761.100	6,9%	6	773.500	6,4%	6	718.600	5,9%	3	945.174	6,9%	5	963.943	6,5%	6	934.000	6,2%	-29.843	-3,1%	215.400	30,1%
CANDELA STEREO	6	705.500	6,5%	4	717.400	6,5%	7	695.100	5,8%	8	657.200	5,4%	4	943.142	6,9%	7	915.056	6,2%	7	874.000	5,8%	-41.056	-4,5%	216.800	33,0%
W RADIO	9	538.700	4,9%	7	617.300	5,6%	9	618.600	5,2%	7	701.100	5,8%	9	732.779	5,4%	9	735.911	5,0%	8	823.500	5,4%	-87.889	-11,8%	121.900	14,7%
BLU RADIO	8	671.100	6,2%	8	610.000	5,5%	8	635.700	5,3%	9	596.500	4,9%	8	758.772	5,5%	8	743.885	5,0%	9	732.000	4,8%	-11.885	-1,6%	135.500	22,7%
TROPICANA STEREO	12	357.700	3,3%	11	427.600	3,9%	13	401.200	3,3%	10	497.200	4,1%	10	595.856	4,4%	10	553.704	3,8%	10	670.000	4,4%	114.296	21,0%	172.800	34,6%
VIBRA	13	328.400	3,0%	12	385.100	3,5%	14	399.600	3,3%	11	486.900	4,0%	11	530.719	3,9%	11	539.639	3,7%	11	649.000	4,3%	109.361	20,3%		
RADIOACTIVA	11	416.100	3,8%	10	440.500	4,0%	12	407.800	3,4%	12	418.300	3,5%	12	522.026	3,8%	13	493.254	3,3%	12	523.000	3,5%	29.746	6,0%	104.700	26,0%
LA X	14	263.600	2,4%	15	308.800	2,8%	15	381.300	3,2%	14	387.400	3,2%	14	399.357	2,9%	14	476.200	3,2%	13	492.000	3,3%	15.800	3,3%	104.600	27,0%
R.C.N. RADIO	10	433.900	4,0%	13	358.900	3,3%	11	416.100	3,5%	13	398.300	3,3%	15	398.229	2,9%	15	444.290	3,0%	14	454.000	3,0%	9.710	2,2%	55.700	14,0%
EL SOL	16	243.900	2,2%	14	338.300	3,1%	10	417.300	3,5%	15	375.400	3,1%	13	412.186	3,0%	12	498.989	3,4%	15	453.000	3,0%	-45.989	-9,2%	77.600	20,7%
AMOR 104.4	18	225.800	2,1%	16	266.100	2,4%	17	245.600	2,0%	16	281.700	2,3%	16	336.706	2,5%	17	322.154	2,2%	16	368.000	2,4%	-45.846	-14,2%	86.300	30,7%
DIAL 92.9 FM BOGOTÁ	15	257.500	2,4%	17	226.600	2,1%	16	259.900	2,2%	17	249.700	2,1%	17	325.384	2,4%	16	335.954	2,3%	17	299.000	2,0%	-36.954	-11,0%	49.300	31,4%
LA FM	17	240.900	2,2%	18	204.300	1,9%	18	203.100	1,7%	18	188.800	1,6%	18	279.251	2,0%	18	249.221	1,7%	18	248.000	1,6%	-1.221	-0,5%	59.200	31,7%
EL MINUTO DE DIOS	23	101.500	0,9%	23	113.600	1,0%	19	150.600	1,3%	19	161.500	1,3%	23	133.085	1,0%	21	171.051	1,2%	19	189.000	1,2%	-17.044	-10,8%	27.700	17,0%
LOS 40 PRINCIPALES	25	93.500	0,9%	19	157.600	1,4%	20	138.500	1,2%	21	127.900	1,1%	19	196.696	1,4%	19	180.981	1,2%	20	195.000	1,2%	-4.881	-5,9%	19.500	10,0%
LA CARIBOSA	19	146.800	1,3%	20	130.200	1,2%	21	136.400	1,1%	20	140.500	1,2%	20	158.486	1,2%	21	173.064	1,2%	21	170.000	1,1%	-3.064	-1,8%	29.500	21,1%
POUCIA NACIONAL	22	104.200	1,0%	22	118.800	1,1%	23	102.800	0,9%	23	106.000	0,9%	22	139.080	1,0%	22	136.400	0,9%	22	156.000	1,0%	19.600	14,4%	50.000	47,0%
RADIO NACIONAL DE COLOMBIA	34	44.300	0,4%	33	48.300	0,4%	29	78.100	0,7%	22	111.000	0,9%	31	61.234	0,4%	28	95.562	0,6%	23	131.000	0,9%	35.438	37,1%	20.000	18,0%
JAVIERIANA STEREO	20	129.500	1,2%	21	122.000	1,1%	22	104.700	0,9%	24	97.100	0,8%	21	148.044	1,1%	23	134.019	0,9%	24	125.000	0,8%	-9.019	-6,7%	27.900	28,7%
RADIO MELODIA	27	85.300	0,8%	26	84.300	0,8%	24	89.700	0,7%	25	93.000	0,8%	25	103.750	0,8%	26	108.571	0,7%	25	124.000	0,8%	-16.428	-14,2%	31.000	33,3%
U.N. RADIO	26	85.500	0,8%	25	84.400	0,8%	25	89.200	0,7%	26	84.800	0,7%	26	93.507	0,7%	25	109.025	0,7%	26	111.000	0,7%	-1.975	-1,8%	26.200	30,9%
VIDA	24	96.500	0,9%	28	73.800	0,7%	27	88.100	0,7%	29	69.800	0,6%	27	90.456	0,7%	24	118.014	0,8%	27	103.000	0,7%	-15.014	-12,7%	33.200	40,9%
RADIÓNICA	21	105.500	1,0%	24	84.800	0,8%	28	85.500	0,7%	27	75.800	0,6%	24	114.152	0,8%	27	108.490	0,7%	28	100.000	0,7%	-8.490	-7,8%	24.200	31,9%
EMISORA LA JOYA	33	50.500	0,5%	34	46.100	0,4%	31	60.100	0,5%	28	70.200	0,6%	32	58.330	0,4%	32	68.570	0,5%	32	72.000	0,5%	-9.430	-13,5%	17.800	18,0%
ANTENA 2	31	52.500	0,5%	36	43.200	0,4%	30	63.900	0,5%	30	64.200	0,5%	34	56.676	0,4%	33	67.149	0,5%	30	72.000	0,5%	-8.450	-11,7%	17.800	18,0%

Nota: Es Estudios General de Medios (EMG) 2019

4.2 Delimitación

Se desarrollará dentro de las instalaciones de RCN Radio Bogotá, localidad Santafé barrio Sagrado Corazón, calle 37 13ª 19, específicamente en la emisora Fantástica, de 104.4MHz, perteneciente a Radio Cadena Nacional RCN.

La propuesta se desarrollará en un tiempo no mayor a 16 semanas de acuerdo con el cronograma anexo.

4.3 Limitaciones

Suministro de información por parte del personal de la organización. Falta de datos estructurados y estadísticas de seguimiento de fallas. Dificultad de desplazamiento al transmisor, a causa de restricciones implementadas por el gobierno nacional y local debido a la pandemia de Covid 19.

5 Marcos conceptual

5.1 Estado del Arte

Las tesis que mencionaremos a continuación son análisis, propuestas y diseños para mejorar o implementar planes de mantenimiento, estas nos contextualizan del cómo escoger un plan a realizar, de acuerdo con las diferentes necesidades que se presentan.

5.1.1 Tesis Nacionales.

-Desarrollo de una propuesta para implementación de un plan de mantenimiento en equipos IMAC aplicando metodología RCM II. Universidad ECCI, Carlos Mario Mejía, Daniel Antonio Leal Beltrán, Karen Gissel Rico Cárdenas. 2016.

La propuesta para la implementación de mantenimiento RCM 2 está orientada a los equipos “IMAC”, pero es factible aplicar a los demás activos fijos disponibles, el aumento de actividades y proyectos de las organizaciones, busco obtener nuevos y eficientes equipos que permitan complementar las necesidades tecnológicas que se presentan continuamente. Igualmente, constantemente el cambio de tecnología hace que esta se vuelva obsoleta de forma muy rápida, y un gran problema a solucionar si se aumentan las cantidades de fallas que se presenten en este cambio y no caer en la obsolescencia total. (Mejia et al., s. f, 2016).

Lo más interesante de esta tesis para nosotros es como integraron la información recopilada en un diagrama de decisiones el cual les ayudo a plantear el mejor manejo de las actividades y ratificando su propuesta de mantenimiento a utilizar.

-Análisis de la gestión de mantenimiento en una empresa del sector metalmecánico.

Universidad ECCI. Camilo Andrés Castillo Acosta, José Rodrigo Vaca Roa. 2016.

El análisis propuesto para la gestión de mantenimiento fue buscar analizar, evaluar y recomendar planes de actividades efectivas buscando mejorar tareas del departamento de

mantenimiento desde las etapas de planeación, ejecución y control de los trabajos asignados al área. Esta investigación despliega un análisis en la gestión de mantenimiento y determina una evaluación en la matriz de la excelencia de mantenimiento buscando analizar cómo se encuentra la empresa actualmente, y con estos datos sugerir herramientas basadas en TPM y RCM 2, que ayuden a mejorar los indicadores. Este trabajo busca fortalecer mejorando herramientas de medición y control, detectando debilidades a mejorar en el área de mantenimiento y áreas involucradas.

Con la investigación efectuada se obtuvo un conocimiento de cómo se encuentra la empresa, se calificó con el uso de la matriz de excelencia de mantenimiento, donde se identificaron las acciones de mejora, estableciendo que se encuentran en escala de mantenimiento correctivo. (Acosta & Roa, s. f, 2016).

En esta tesis es interesante para observar la forma que establecieron, una herramienta para seguimiento y control de mantenimiento, aplicándolo como una estrategia de mejora recuerdo a sus objetivos.

-Diseño de un plan de mantenimiento para la red óptica de una HFC. Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Camilo Alberto Salas Martínez, Alverny Garnica García. 2015.

Teniendo en cuenta la evolución y cambio constante de los diferentes medios de transmisión, adicionando cambio de infraestructura en lugares de difícil control como por ejemplo zonas rurales expuesta a la intemperie o zonas que pueden llegar a ser extremas, conlleva un gran esfuerzo para garantizar la calidad y la correcta operación de los servicios prestados por medio de la red.

Este plan de mantenimiento está orientado a servicios residenciales para incrementar la disponibilidad del servicio, enfocado en un histórico de fallas de 8 meses de una red de la ciudad de Barraquilla, diseñando el plan de mantenimiento e indicadores de control. (Martínez, s. f, 2015).

En esta tesis se evidenciaron las necesidades de implementación de plan de mantenimiento preventivo, con lo cual conseguirían reducir los correctivos y costos asociados al mantenimiento, también como en la tesis anterior la necesidad de capacitar del personal técnico mejorando la gestión humana, consiguiendo el mayor compromiso con la empresa por parte de sus trabajadores.

-Proyecto de mantenimiento preventivo basado en termografía para equipos de transmisión de la familia Ipasolink marca NEC. Universidad ECCI. Heiner Fernando Buitrago, David Arévalo Bravo, Andrés Felipe arias Baquero. 2016.

El autor de este proyecto de investigación buscó mediante una técnica termográfica, disminuir las posibles fallas que se presentan en los equipos especialmente en las zonas con climas cálidos, obteniendo una eficacia al aumentar la vida útil y el tiempo de servicio que presta el equipo. (Buitrago et al., s. f, 2016).

En esta tesis es interesante por el procedimiento que utilizaron para determinar las posibles fallas presentadas a los equipos, en cuanto a sus aplicaciones que implementaron, usos y funcionamiento.

-Formulación de rutinas para plan de mantenimiento preventivo en amplificadores de una red HFC. Universidad ECCI. Edilberto Moreno Romero. 2015.

El autor de esta monografía buscó disminuir los impactos de falla en la señal y de intermitencias que se presentan a lo largo en estos equipos, llevando así un control de rutinas de

mantenimiento preventivo con la finalidad de reducir daños y bajos costos de los amplificadores. (Romero, 2015).

Lo más interesante de esta tesis, es que mediante la aplicación de una serie de rutinas de mantenimiento preventivo buscaron reducir los costos e interrupciones en la señal y el aumento de la vida útil de los activos.

-Evaluación de variables de mantenimiento utilizando equipos de monitoreo satelital en plantas eléctricas. Universidad ECCI. Fabian Porras, Alonso Contreras, Gabriel Marizancen. 2016.

Los ingenieros de este proyecto nos enseñaron los problemas de mantenimiento que presentan estas plantas eléctricas en la actualidad, en cuanto a las perdidas enormes de productividad en los usuarios, por esta razón identificaron las fallas más representativas para poder implementar un monitoreo satelital para aplicarlo en estas plantas eléctricas. (Contreras, 2016).

En esta tesis se tomó puesto utilizaron información realizada en encuestas donde identificaron las fallas más comunes implementando así un monitoreo satelital para tener un control de los daños del equipo, aumentando los mantenimientos preventivos, disminuyendo los mantenimientos correctivos y costos de operación de estas plantas eléctricas.

-Propuesta de implementación de software para los activos de la empresa Conexión Móvil. Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Jeison Rojas Pinilla, Francisco Alonso Sossa, Miguel Andrés Méndez. 2015.

En este proyecto los autores presentaron un software para reducir los procesos ingresando toda la información sobre los mantenimientos preventivos, correctivos, compras y gastos de

insumos que se manejan en una organización, para así poder tener un control en la realización de cualquier actividad que se lleve en esta. (Pinilla et al., 2015).

En esta tesis se observa la implementación de un software donde se recopila toda la información para la realización y control de mantenimientos en los equipos en una empresa.

-Implementación de un software para obtener estadísticas del estado activo de equipos de seguridad electrónica para la gestión de activos. Universidad ECCI. Ana María Parra Beltrán, Rodrigo Castro Díaz. 2016.

Los autores de este trabajo de investigación expresan la realización de un monitoreo para verificar el estado activo de los equipos y así implementar un servidor de monitoreo donde los usuarios pudieran determinar los tiempos en que los equipos presentan fallas y así poder tener estadísticas para determinar cuándo un equipo no está en funcionamiento. (Beltrán & Díaz, 2016).

Lo más interesante de esta tesis para nosotros es que mediante la implementación de un software podemos verificar el estado actual en que los equipos se encuentran, si tienen fallas o están trabajando normalmente, para así proceder hacer los respectivos mantenimientos.

5.1.2 Tesis Internacionales.

-Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A. Cuenca Ecuador. Juan Carlos Valdivieso Torres. 2014.

Teniendo en cuenta toma de datos y posterior análisis de la situación de la empresa, en cuanto a ubicación geográfica, políticas de la empresa, tipo de proceso, ritmo de actividad, grado de automatización, producción y lista de quipos, se realiza un análisis de los modelos y tipos de mantenimientos para que con la información adquirida saber cuál es la filosofía idónea para la

empresa, consiguiendo mayor confiabilidad de la maquinaria que compone la empresa. (Torres & Carlos, s. f, 2014).

En esta tesis se observa la forma que analizaron las diferentes áreas y costos de mantenimiento, dándose cuenta que deberían establecer un plan de mantenimiento preventivo, y que debían empezar a incorporar personal calificado en la empresa. También se dieron cuenta de la necesidad de realizar un seguimiento donde se evidencie su histórico de paradas y fallas.

-Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo técnicas del TPM en una empresa constructora. Lima Perú. Ali Omar Villena Andia. 2017.

La propuesta tiene como objetivo el desarrollo de un plan de mantenimiento que le permita a la empresa tener mayor disponibilidad y rendimiento de los activos, logrando culminar los proyectos con los plazos establecidos evitando gastos no presupuestados. Tomando el marco teórico del desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento.

Se describen los elementos fundamentales de sistemas de gestión, tomando TPM como modelo e implementación. (Andia & Omar, 2017).

En esta tesis es interesante puesto se ve la implementación de un método personalizado AMFE (análisis modal de fallos y efectos), donde esta herramienta les suministrara la información adecuada para anticiparse a las fallas graves. Luego aplicaron un modelo para calcular la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional, llegando ellos a la propuesta de la aplicación de la técnica de mantenimiento TPM como plan de mejoramiento.

-Diseño de un plan de mantenimiento para instalaciones industriales de bombeo de agua potable. Caracas Venezuela. Goncalvez Rodríguez, María José. 2014.

En la aplicación de un plan de mantenimiento se toma como objetivos, planificar, organizar y dirigir, controlando los procesos de mantenimiento conteniendo soluciones a

problemáticas que se presenten por ello el factor de importancia para lograr una mejor productividad y diferenciación en el mercado.

Este trabajo desarrolla una gestión de plan preventivo para sus instalaciones industriales, observando su desempeño y disponibilidad, que garanticen los objetivos y expectativas de los clientes. Utilizando entrevistas y observación directa para la recolección de datos partiendo de los tipos y modelos de mantenimiento. (*AAS8053.pdf*, s. f, 2014).

En esta tesis nos contextualiza en la descripción los modelos, estrategias, tendencias y tipos de los diferentes sistemas, para mejorar las prácticas de acuerdo con la planificación y ejecución del mantenimiento.

-Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de Subestaciones de Transmisión en una empresa de Distribución de Energía Eléctrica. Lima Perú. Rocío Aguilar Bonifacio, Julio Antonio Hilario Pérez. 2015.

En el siguiente trabajo los autores describieron la situación actual de la empresa en cuanto al incremento de costos, ocasionados por la parte de operación de los equipos y procesos de mantenimiento, con relación al año anterior, siendo así los problemas más representativos en la compañía, ellos desarrollaron una propuesta de mejora implementando varias estrategias de mantenimiento para lograr reducir los costos y llevar un control en las actividades a desarrollar. (Bonifacio et al., s. f, 2015).

En esta tesis se aprecia la forma en que analizaron la situación actual de la empresa, aplicando estrategias para poder solucionar los problemas más frecuentes que se presentaban en la compañía, como la implementación de indicadores para medir la efectividad de los procesos y reducir los modos de fallas en los equipos.

- Propuesta de implementación de la metodología RCM para la mejora de la gestión del mantenimiento en los equipos auxiliares de una central termoeléctrica. Lima Perú. Nilton Cesar Vería Rivero Rivero. 2018.

Teniendo en cuenta la toma de datos y la situación de la empresa, en cuanto a la descripción de los objetivos y procesos estratégicos, determinaron la problemática del proceso de mantenimiento y la causa raíz de los problemas, con este análisis seleccionaron una metodología RCM, implementando un tablero de mando que controlara los indicadores a los equipos que presentaban más fallas en la compañía, así logrando incrementar la disponibilidad. (Veria_RN.pdf, s. f, 2018).

En esta tesis se observa la forma que analizaron los problemas más representativos de la empresa, para así determinar y llegar a la conclusión de implementar un ajuste a los planes de mantenimiento utilizando una metodología RCM, y con estos procesos implementados realizar seguimientos con el tablero de mando donde se ve reflejado el aumento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

-Propuesta de implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad para optimización de los planes de mantenimiento en una central hidroeléctrica. Lima Perú. José Luis Ordoñez Flórez. 2016.

El autor de este trabajo de investigación comento la realización de un análisis de los principales problemas por el incremento de fallas y perdida de disponibilidad, donde propusieron una estrategia para determinar la solución, que es la optimización de planes de mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de los principales equipos más críticos, para obtener reducción en costos y la optimización de mantenimientos preventivos. (Flores y Luis - Propuesta de implementación del mantenimiento cent.pdf, s. f, 2016).

En esta tesis se observa la aplicación de estrategias y el desarrollo de una guía de implementación de mantenimiento, para aplicarla en los equipos críticos y estratégicos durante todo su ciclo de vida útil en la empresa.

-Propuesta de mejora para incrementar la disponibilidad de los equipos en el proceso de teñido, a través de un plan de mantenimiento en una empresa textil peruana. Lima Perú.

Cesar Iván Cuba Núñez. 2018.

Los autores del siguiente trabajo analizaron la baja disponibilidad que presentan los equipos por los constantes mantenimientos correctivos que se realizaban, por lo cual optaron por una metodología TPM y RCM, ya que con estas estrategias buscan encontrar los equipos más críticos y la implementación de planes de mantenimiento para reducir los tiempos de falla y disponibilidad de estos. (Iván y Núñez - *Propuesta de mejora para incrementar la disponibilidad.pdf*, s. f, 2018).

En esta tesis se observa la implementación de una metodología TPM y RCM, la cual con estas estrategias se redujo el tiempo promedio entre fallas y reducir los tiempos de ejecución realizados a los equipos

5.2 Marco Teórico

En el marco teórico se encontrará información concerniente a contextualizar el sistema de radiodifusión en cuanto a medio de transmisión, componentes del sistema radial y metodologías de mantenimiento.

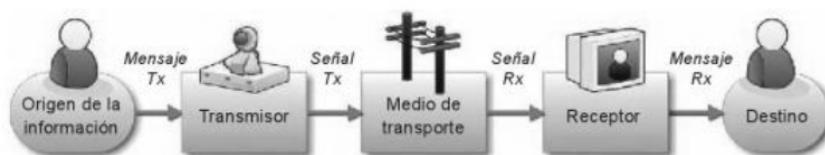
5.2.1 Sistemas de Telecomunicaciones.

Un sistema de telecomunicaciones tiene como función de enviar y transportar información desde un punto a otro Ilustración 4, por medio de un medio de transmisión.

Los recursos para esta comunicación están constituidos por sistemas lógicos y físicos, los cuales son: Medio de transmisión, Protocolo, Interfaces, Señalización.

Ilustración 3

Sistema de Telecomunicación



Nota: Sistemas de Radio comunicación

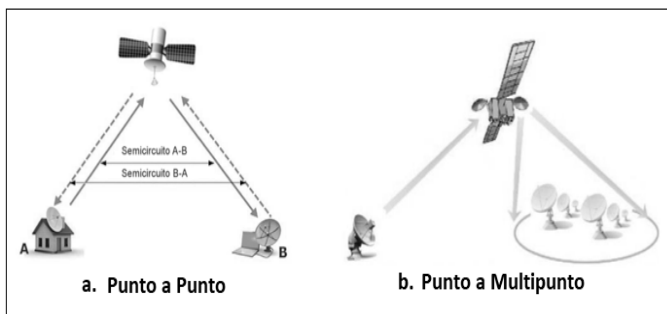
Según el punto de vista del usuario la comunicación se puede repartir en dos tipos:

Punto a punto: esta forma de conexión permite comunicación entre dos estaciones, con el objeto de intercambiar información, también llamada dúplex, esta comunicación la utilizamos con nuestros periodistas de distintas partes del mundo y según la tecnología disponible, por conexiones satélites, Figura 5a y el más usado en estos días son conexiones IP. En el 2020 por las contingencias del Covid 19, nuestros periodistas se encuentran en sus hogares y se centraliza todos los audios en la estación central que es la emisora.

Punto a multipunto: de esta forma se conectan a una estación central a diferentes receptores se puede apreciar en la Ilustración 5b. Podemos poner como ejemplo en la emisión de noticias de RCN Radio la central se encuentra en Bogotá y es transmitido a todo el país por satélite. (*Sistemas de radiocomunicaciones - RAMÍREZ LUZ, RAMÓN - Google Libros, s. f.*)

Ilustración 4

Modo de Transmisión



Nota: Sistemas de Radio comunicación 2005

5.2.2 Componentes de un Sistema de Radio Comunicaciones.

5.2.2.1 Sistema de Radio.

Un enlace de radial establece una conexión entre dos puntos distantes, permitiendo enlazarlos consiguiéndose trasladar a través de este medio la información que se desea.

La transmisión se consigue por medio de una onda electromagnética de alta frecuencia (radiofrecuencia), esta onda portadora es la encargada de llevar la información (modulante).

Unas señales típicas que se transmiten son las denominadas vocales y varían sus anchos de bandas según su uso, por ejemplo: telefonía, música, televisión, datos, etc. El lugar donde se manejan estos audios se conoce como emisora radial como vemos en la Ilustración 6.

Ilustración 5

Emisora Radial



Nota: Emisora Fantástica 104.4MHz, de RCN Radio.

La modulación es la variación de un parámetro de la portadora de RF por medio de la información a transmitir, existen varias formas de modular la información a transmitir, las más usadas son: Modulación de Amplitud (AM) y Modulación en Frecuencia (FM).

El Transmisor es el encargado de generar la onda de radio frecuencia que se desea emitir. La señal se hace llegar a una antena que entrega la energía al medio, en este paso se busca la máxima transferencia de energía obteniendo la mejor eficiencia en la transición.

5.2.2.2 Transmisión de Radio.

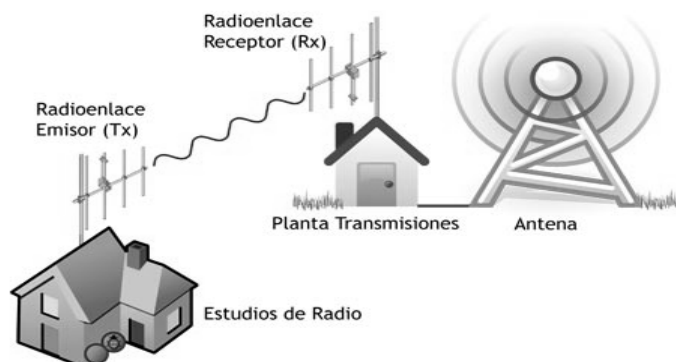
La señal de radio se origina en diversos puntos como son: micrófono, reproductores de CD, computador, telefónicos, etc. Los sonidos se mezclan en el estudio de emisión por medio de una consola de audio la cual es la encargada de direccionar el audio que se desea, unas consolas cuentan con la capacidad de mejorar el audio por medio de ecualizadores y filtros, todo para emitir el mejor audio al aire.

Posteriormente se conecta por cable a un transmisor de enlace, el cual transporta el audio al sitio donde se encuentran las antenas transmisoras. En el transmisor de potencia se modula el

sonido y se transmite al público. La frecuencia en que se transporta el sonido es la misma que usuario final es la sintoniza en sus radios, permitiendo oír la música o programas que se emite desde la emisora. Esta transmisión la podemos representar como esta en la Ilustración 7.

Ilustración 6

Transmisión de Radio



Nota: Manual para Radialistas Analfatecnicos, (*Manual para Radialistas Analfatécnicos*, s. f.)

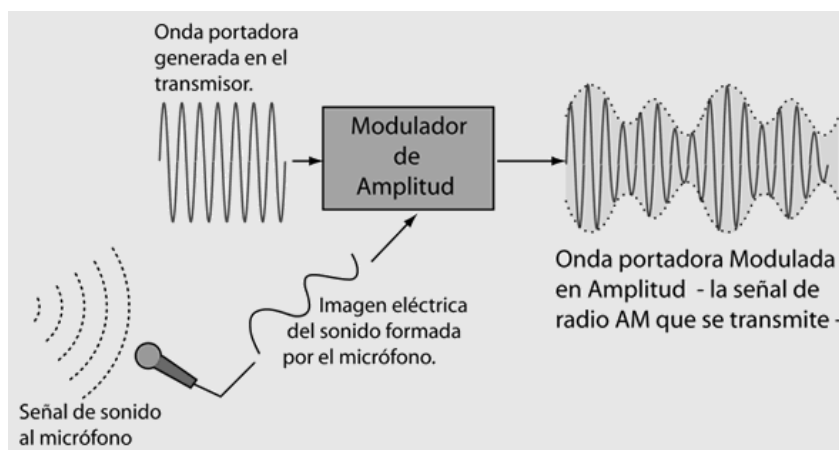
5.2.3 Sistemas de Modulación.

5.2.3.1 *Modulación de Amplitud (AM).*

Se modula la onda de salida variando su amplitud con la señal que se desea transmitir, la gran ventaja de este sistema la facilidad de recuperar la información (demodulación), permitiendo que los receptores sean más económicos, y tener en cuenta que las señales de AM en el espectro ocupan un espacio relativamente grande. Se Puede apreciar gráficamente la envolvente entre la onda generadora o portadora y la información en la Ilustración 8. Otra ventaja es la ventaja de viajar grandes distancias, y las ondas viajan por la superficie de la tierra. Las bandas de AM trabajan entre 525KHz y 1605KHz. (*Unidad1.pdf*, s. f.)

Ilustración 7

Modulación AM



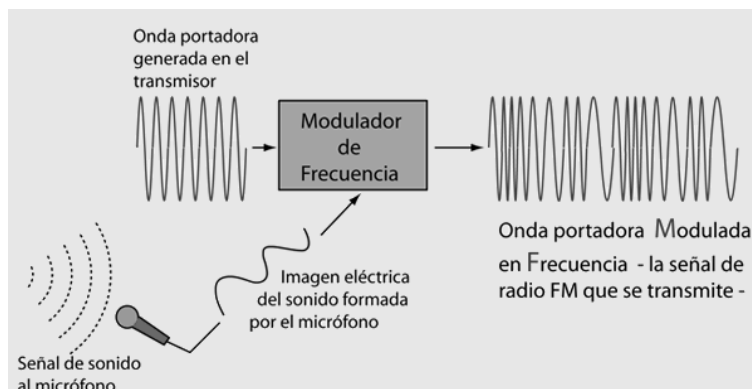
Nota: Broadcast Signals, Hyperphysics, (*Broadcast Signals*, s. f.)

5.2.3.2 Modulación en Frecuencia (FM).

Esta modulación consiste en la variación de la frecuencia en la onda portadora, la velocidad con que se realizan las variaciones es directamente proporcional a la frecuencia moduladora. Se Puede apreciar gráficamente la envolvente entre la onda generadora o portadora y la información en la Ilustración 9. La gran ventaja con de esta modulación es la calidad de audio en su recepción, pero su cubrimiento es menor a comparación de AM. Las bandas de FM trabajan entre 87MHz y 110MHz. (Andalicia, 2010)

Ilustración 8

Modulación FM



Nota: Broadcast Signals, Hyperphysics, (Broadcast Signals, s. f.)

5.2.4 Equipo Transmisor.

En el momento que la señal de audio se recibe en el transmisor mediante del enlace o directamente, se introduce a un limitador con el cual se adecua él y banda de frecuencias de audio a niveles permitidos evitando distorsiones o interferencias, en el trasmisor de FM se utiliza limitador por cada canal. En la Ilustración 10, podemos apreciar un equipo transmisor BE FM25T. El siguiente paso se aplican las señales a un codificador el cual transforma las dos señales en una sola señal (señal multiplex), que se transmitirá en la antena. (Andalicia, 2010)

Ilustración 9

Transmisor FM

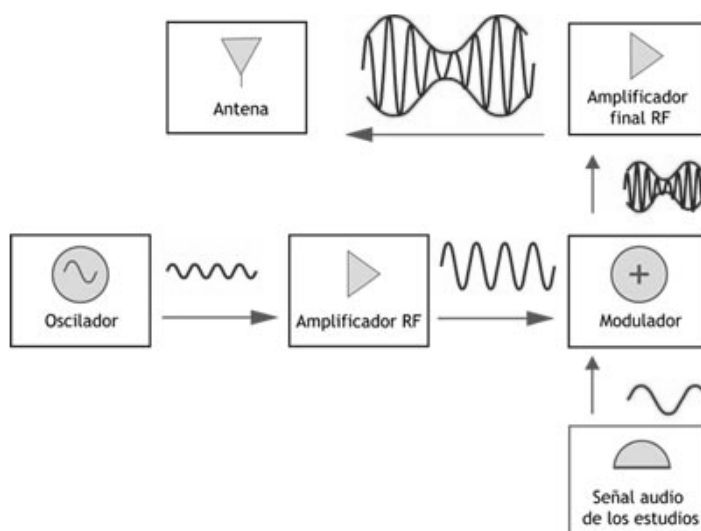


Nota: Transmisor BE de Emisora WTIX-FM 94.3 de Lousiana.

5.2.4.1 Funcionamiento por Bloques de un Transmisor.

Ilustración 10

Diagrama de Bloques Transmisor



Nota: Radios Libres, (16 – ¿Cómo funciona un transmisor?, s. f.-a)

En la Ilustración 11 encontramos en primer lugar el oscilador el cual genera una señal constante de alta frecuencia y es la que usamos como portadora. La señal generada por el oscilador es muy baja la cual se requiere aumentar, el encargado de esta función es el amplificador de radio frecuencia RF. Teniendo la portadora lista recibirá la señal moduladora que proviene de estudios, para ser modulada.

El modulador acopla la moduladora y la portadora, ya sea en frecuencia (FM) o en Amplitud (AM). El resultado es una señal portadora en un rango de frecuencia entre 88 y 108 MHz si se modula en FM o 500 y 1600 KHz si se modula en AM. Donde los diales de las emisoras indican la frecuencia de la emisora o la señal portadora. (16 – *¿Cómo funciona un transmisor?*, s. f.-b)

5.2.5 Objetivo del Mantenimiento.

El mantenimiento en las empresas tiene como objetivo prioridad disminuir las paradas de los equipos, buscando la máxima eficiencia de los activos, manteniendo contribuir con el rendimiento de la productividad, optimizando costos, recursos y mejorando la calidad de los servicios que la organización preste.

Para lograr estas metas u objetivos el departamento de mantenimiento debe realizar tareas como planificar las actividades y recursos para la aplicación del mantenimiento, por ello es conveniente contar la información, herramientas y personal sobre los adecuados para tal tarea.

5.2.5.1 Enfoque Sistemático Kantiano del Mantenimiento.

El enfoque Sistemático Kantiano del mantenimiento propone estudiar cualquier fenómeno que define un sistema los cuales están compuestos por personas, artefactos u entorno.

El sistema se categoriza y permite simplificar el tratamiento de diferentes conceptos que analiza sus similitudes y diferencias, la estructura de los diferentes sistemas que los componen en: nivel instrumental, nivel operacional, nivel táctico y nivel estratégico.

Nivel instrumental de mantenimiento, está conformado por los elementos necesarios para que el área de mantenimiento funcione: sistema de información, talento de recurso humano, herramientas, repuestos, insumos, capital de trabajo, espacio físico, tecnología, maquinaria, recursos naturales, poder de negociación, carta laboral, planeación proveedores, etc.

Nivel Operacional de mantenimiento, busca el impacto mental de las personas que pueden desarrollar en el equipo, es importante el conocimiento de tipo de tarea a realizar o el tipo de mantenimiento a ejecutar.

Nivel táctico de mantenimiento, permite un control mayor en la ejecución y gestión en el área de mantenimiento, para conseguirlo debe manejar los instrumentos básicos, avanzados y específicos del mantenimiento, comprendiendo las labores a realizar.

Nivel Estratégico de mantenimiento, este nivel permite medir los avances y logros en mantenimiento, teniendo en cuenta los anteriores niveles mediante la implementación de normas internacionales. (Vergara & Caro, 2010)

5.2.5.2 Las 5S en el Mantenimiento.

El 5S en el mantenimiento tiene como objetivo mantener y mejorar el estado de la empresa u organización, parte de él orden y limpieza, como mejorar las condiciones de trabajo, clima laboral, motivación de los empleados y eficiencia.

Todo esto mediante un cambio de cultura de trabajo, a través mediante la práctica planificada de los conceptos básicos de calidad total. Este método suministra los medios para

promover sitios más productivos, seguros y agradables, de donde se efectúan las actividades productivas.

Los conceptos del 5S son los siguientes:

- SERI - Organización, se basa en identificar y separar los elementos necesarios de los innecesarios, en la Ilustración 12 se observa el desglose SERI.

Ilustración 11

Organización

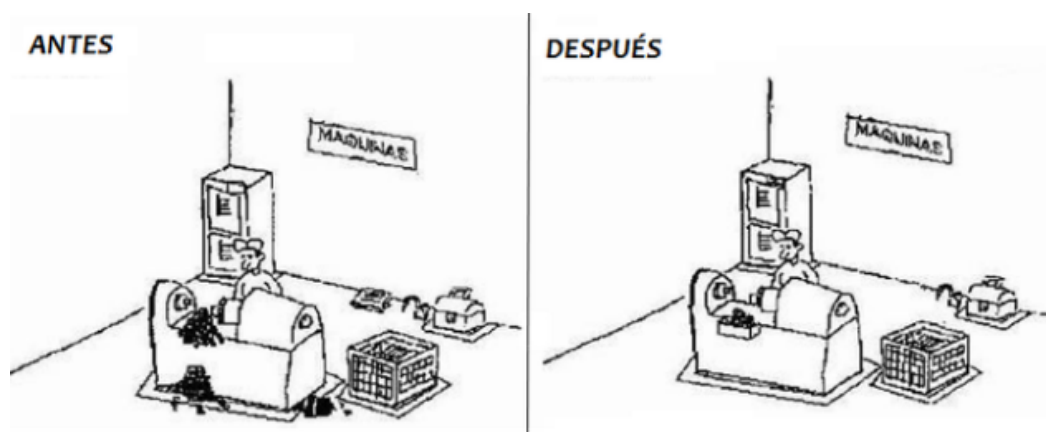


Nota. Ingeniería industrial online, («Metodología de las 5S», 2019)

- SEITON - Orden, establece la forma en que se deben ubicar e identificando los elementos necesarios, para que sea más fácil y rápido utilizarlos.
- SEISO - Limpieza, enfocada en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, para mantener los elementos en perfecto estado, en la Ilustración 13 se observa el desglose SEISO.

Ilustración 12

Limpieza



Nota: Ingeniería industrial online, («Metodología de las 5S», 2019)

- SEIKETSU - Control Visual, Tiene como objetivo distinguir una situación normal a una anormal, por medio de normas sencillas y visibles para todos.
- SHITSUKE - Disciplina y Hábito, se basa en trabajar permanentemente con normas establecidas por la empresa. («Metodología de las 5S», 2019)

El beneficio del método 5S, hace que la mejora sea una mejora continua basado en el equipo de trabajo, involucrándolos en el proceso a todos y mejorando su conocimiento en el puesto de trabajo enfocándolos en conseguir puestos de trabajo que se respire un ambiente confortable, seguro y eficiente.

Mejorando estos aspectos se logra una mayor productividad: Menos productos defectuosos, menos averías, menos accidentes, menos movimientos y transados inútiles, menor

tiempo necesario para realizar cambios de herramientas, y evidenciar tanto las condiciones de buen o mal funcionamiento. (7.-+EL+MÉTODO+DE+LAS+5S%2F7.-+EL+MÉTODO+DE+LAS+5S.pdf, s. f.)

5.2.5.3 Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo se realiza cuando ya se presente una falla en un equipo, su función es hacer que el equipo vuelva a trabajar lo más pronto posible de forma adecuada, este mantenimiento puede planificarse o no, todo depende si se ha creado o no un plan de mantenimiento.

Los departamentos de mantenimiento pueden aplicar un mantenimiento correctivo no planificado para responder tan pronto como se puede anticipar a un fallo, y ofrece la posibilidad de realizar sus intervenciones sin demora, sin embargo, resulta ser más costoso que el planificado, ya que estos costos no son previstos y el tiempo de reparación puede ser mayor dependiendo de la disponibilidad del repuesto. (¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, s. f.)

5.2.5.4 Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo es aplicado antes que se produzca una falla, su función es rebajar la probabilidad de avería o desgaste de los componentes, reduciendo las intervenciones correctivas, al implementar este tipo de mantenimiento se puede realizar un control de fallas del pasado, con lo cual se puede detectar los espacios de tiempo que podría averiarse un equipo y determinar el periodo de inspección donde radica su éxito.

Este mantenimiento se puede aplicar por medio de una gestión de mantenimiento, donde se establecen los planes establecidos y concretos, indispensables para organizar el departamento

de mantenimiento realizando un seguimiento a sus operaciones y planes de mantenimiento, garantizando su productividad. (*¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*, s. f.)

5.2.5.5 Mantenimiento Predictivo.

Mantenimiento predictivo o basado en condición, igual que el preventivo busca anteponerse ante la avería basado en el conocimiento del equipo mediante observación y monitoreo de indicación del sistema. Es una estrategia compleja puesto es necesario disponer de indicadores que permitan conocer el estado de la máquina, para ello utilizan diferentes técnicas denominadas no destructivas: infrarrojos, lubricantes, ultrasonido, tintas penetrantes, etc.

Una gran ventaja de este tipo de mantenimiento es que detectar problemas sin necesidad de parar la máquina y se puede realizar un seguimiento durante su vida útil antes que presente una falla, trayendo con esto ahorros en: minimizar el tiempo de mantenimiento de un equipo, costo en horas de producción por mantenimiento y en el costo de la pieza de repuesto y suministros, reduciendo el costo total de mantenimiento de los equipos y garantiza que el equipo se apague antes que presente un fallo. Como desventaja se puede ver el costo de los equipos de detección de fallos y el personal especializado para análisis de datos, y para algunas fallas no existen parámetros exactos del estado de la máquina. (*¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*, s. f.)

5.2.5.6 Mantenimiento Causa Raíz (RCA).

El análisis causa raíz es un método para determinación del problema para evitar la repetición de una repercusión o efecto a raves de identificar sus causas. Se utiliza para buscar cuales son las causas que ha originado un determinado problema, y así evitar que suceda de nuevo en el futuro.

Este mantenimiento tiene una metodología repartida en etapas para identificar las actividades que eliminen las inconformidades y añadir valor al proceso, los cuales son:

Conformación de equipos de trabajo, recopilación de información, jerarquización de problemas. definición del problema, análisis causa efecto, definición causas raíz, planteamiento de soluciones, evaluación de soluciones, puesta en marcha. (*Poveda Catalán y Guardiola Aparisi - 2019 - Análisis de Causa Raíz. Técnicas y relación con lo.pdf*, s. f.)

5.2.5.7 Mantenimiento Basado en Condición (CBM).

El mantenimiento basado en condición tiene como fundamento la monitorización de las condiciones de diferentes elementos de un activo, y poder decidir el momento más adecuado para realizar las tareas de mantenimiento.

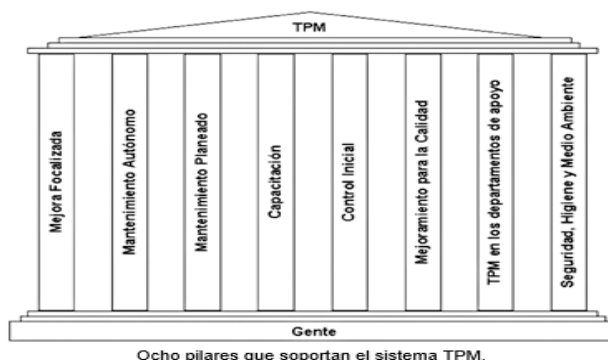
Se caracteriza por el empleo de información de los equipos como: resultado de inspecciones, resultado de históricos de pruebas, diagnósticos de fallos, información de funcionamiento de los equipos frente a novedades del sistema, datos de desempeño y funcionamiento normal. (*98512103.2014.pdf*, s. f.)

5.2.5.8 Mantenimiento Productivo Total (TPM).

El Mantenimiento Productivo Total es un sistema de gestión en plantas manufactureras, con un enfoque de colaboración de todas las áreas de la empresa, enfatizándose en los operarios y el personal de mantenimiento para lograr eficiencia en la producción, sin interrupciones y una respuesta rápida de mantenimiento. Buscando un ambiente de producción libre de averías y sin alteraciones técnicas. La implementación de este tipo de mantenimiento lleva varios años en formación y cambios generales, con el compromiso fundamental de todos los integrantes de la empresa. (*¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*, s. f.)

Ilustración 13

Pilares TPM



Nota: Revista Electro Industrial.

Para la aplicación es primordial el compromiso de los operadores ya que el TPM se sustenta en la gente y sus pilares básicos (Ilustración 13):

- Mejoras enfocadas, llegando a los problemas desde la raíz, teniendo en cuenta la planificación para conocer la meta buscada y el tiempo tomado.
- Mantenimiento autónomo, enfocado al mantenimiento básico realizado por los operarios con actividades sencillas. Es necesario que tengan la cultura orden y aseo de la metodología 5S, lo cual es muy importante para el cumplimiento de los objetivos
- Mantenimiento Planeado, su trabajo principal y entender la situación que se presenta en el proceso, realizando acciones preventivas, predictivas y de mejoramiento continuo. Es necesario tener información obtenida a partir de datos y conocimientos.
- Control inicial, consiste en implementar lo aprendido en los equipos y procesos.
- Mantenimiento de la calidad, prevenir defectos de calidad enfatizado a las normas que se rigen, manteniendo los estándares técnicos de los equipos.

- Entrenamiento, enfatizando en la capacitación correcta a los empleados relacionados en los procesos, analizando e identificando los problemas de los equipos de trabajo.
- TPM en oficinas, llevando toda la política de mejora y manejo en el área administrativa, minimizando las pérdidas de información que se pueda producir en el trabajo manual.
- Seguridad y medio ambiente, enfatizado en las normas medioambientales y seguridad regidas por el gobierno. (Rangel, 2011)

5.2.5.9 *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).*

El mantenimiento basado en confiabilidad se basa en entender el funcionamiento de los sistemas y equipos, estudiando las probables fallas o problemas desarrollando instrumentos para evítalos garantizando la disponibilidad mediante una serie de acciones.

La implantación de este tipo de mantenimiento produce muchos beneficios, entre ellos está el aumento de la productividad, motivación del recurso humano, seguridad industrial y control.

Esto se logra gracias a la aplicación de los siguientes pasos:

1. Registros de los equipos y elementos que componen el sistema a estudiar.
2. Análisis de las tareas del sistema, funciones en conjunto y del subsistema.
3. Establecer las fallas funcionales y técnicas.
4. Establecer los modos de falla o causa.
5. Razonamiento de los resultados de cada modo de fallo.
6. Establecer medidas preventivas para disminuir los efectos de fallas.
7. Abarcar las acciones preventivas en sus diferentes tipos.
8. Llevar a cabo las acciones preventivas. (*Plan de mantenimiento basado en RCM*, s. f.)

5.2.5.10 Optimización del Plan de Mantenimiento PMO.

La Optimización del Plan de Mantenimiento se presenta en unos lugares donde se ha logrado ejecutar muy bien el RCM, es ideal para equipos que se encuentran funcionando. El PMO se encuentra basado en criticidad, esta se puede lograr revisando la priorización de los planes de mantenimiento, subdividiendo la información por sistemas para su análisis, determinando los equipos críticos se enfoca en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

Un equipo crítico está determinado por aquel equipo que presente un aspecto negativo en:

- Seguridad y medio ambiente
- Costos y producción de planta
- Mano de obra (exceso para ser operados o mantenidos).

La implementación del PMO se puede tener como opción frente a la robustez del RCM, ya que él es más efectivo puesto que solo analiza fallas y modos de fallas relevantes, trabaja con equipos trabajando y es mucho más sencillo de implementar. (Vergara & Caro, 2010)

El PMO se enfoca en varios frentes, uno es con confiabilidad de los equipos y otro es la productividad del personal.

Con base a esto podemos mencionar cuatro frentes para la confiabilidad operacional los cuales son: Confiabilidad humana, Confiabilidad en los procesos, confiabilidad de Equipos y Confiabilidad de diseño.

Los pasos para seguir para la implementación del sistema PMO son:

- Analiza el programa de mantenimiento anterior.
- Realiza un análisis de funcionalidad.
- Genera una base de datos de los modelos de falla.

- Escoge el método más eficaz de mantenimiento.
- Se basa en la experiencia del personal de planta.
- Usa el diagrama de decisiones del RCM.
- Reconoce la importación de las funciones del activo.
- Diseño de un marco de trabajo racional y rentable.
- Establece la adecuada asignación de recursos.(Vergara & Caro, 2010)

5.3 Marco Normativo / Legal

Desde el 2008 RCN Radio es la primera cadena radial en contar con el certificado de calidad bajo la norma ISO 9001, en el 2013 certifica su sistema de seguridad y salud en el trabajo con la norma OHSAS 18001 y el sistema de gestión ambiental en la norma ISO 14001. El 2016 obtiene el sello de sostenibilidad por parte de INCONTEC, en el 2018 se realiza la transición a la versión 2015 para las normas de calidad y medio ambiente. (Manual del sistema integrado de gestión RCN Radio), Se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1

Marco normativo Legal

Ley / Normas	Artículo / Numeral	Observación
Resolución 719 del 01 de abril de 2019	Artículo 4 y 5 del numeral 10.5	Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Plan Técnico Nacional de la Radiodifusión Sonora y Frecuencia modulada. Señala las condiciones técnicas para las diferentes modalidades de transmisión,

		<p>definiendo los parámetros técnicos esenciales para las estaciones de radiodifusión.</p> <p>Nos establece el espectro atribuido a la radio difusión sonora es el cual es limitado, siendo el ministerio de las TIC el encargado, por ello el controla su utilización y su cumplimiento de las normas para no afecten los demás usuarios del espectro.</p> <p>Estas normas se tienen en cuenta en el momento de realizar mantenimientos y ajustes los enlaces y transmisores de FM, puesto que al realizar mantenimiento a los equipos pueden salir de los rangos estipulados, causando interferencias en frecuencias cercanas a la nuestra.</p>
ISO 9001	Vol. 2. Numeral 1 2018	<p>Certificación del sistema de gestión de la calidad, la cual centra los elementos de administración de calidad, contando un sistema efectivo que permite administrar y mejorar sus productos y servicios.</p> <p>Obteniendo como beneficio un equipo motivado y alineado, representado en mayor ventaja competitiva, satisfacción del cliente,</p>

		obtener nuevos negocios y mejorar la imagen en el mercado y buscando ahorra recursos.
ISO 14001	Numeral 7.1 a 7.5	Certificación de sistema de gestión ambiental, demostrando su compromiso en la protección del medio ambiente, desarrollando actividades asociadas e involucrando todo el equipo de trabajo en estas tareas, como manejo de residuos, respeto con la naturaleza y como estamos aportando con la huella de carbono
OHSAS 18001	Artículo 2.2.4.6.18 decreto 1072 2015	Certificación de esta norma regula aspectos relacionados de la seguridad y salud en el trabajo, considerando requisitos legales e información de riesgos presentes en nuestra actividad, estos son adoptados por organizaciones en diferentes países.
ISO 45001	Artículo 2.2.4.6.18 decreto 1072 2015	Certificación para sistemas de gestión de seguridad en el trabajo, buscando proteger de accidentes y enfermedades laborales a trabajadores y visitantes. Enfocada especialmente en la gerencia, controlando causas que puedan potenciar lesiones,

		<p>enfermedades y en casos extremos defunciones, se centra en mitigar cualquier factor dañino que suponga riesgo para el bienestar físico y mental de los trabajadores.</p>
<p>Resolución</p> <p>0312 de 2019</p>	<p>Artículo</p> <p>2.2.4.7.4 decreto 1072, 2015</p>	<p>Sistema de seguridad y salud en el trabajo, establece los requisitos, normas y procedimientos de obligatorio cumplimiento y debe ser implementados por todos los empleadores mediante procesos y etapas basado en una mejora continua mediante políticas de la organización, planificación, evaluación y auditoria de las acciones. Con su cumplimiento evita sanciones y multas por entidades del estado, mejorando la competitividad, reducción de costos y promoviendo el desarrollo humano de la calidad de vida de los trabajadores.</p> <p>Busca minimizar los riesgos de salud de los empleados de empres física y psicológicamente, manteniendo normas estrictas para la empresa y el empleado, como, por ejemplo: capacitación en labores</p>

		que pongan riesgo su salud, uso de elementos de los elementos de protección personal, etc.
Ley 9 de 1979	Artículo 1 al 49	<p>Medidas Sanitarias del ministerio de salud establece las normas sanitarias para la prevención de los agentes biológicos, físicos y químicos que alteren el medio ambiente y puedan poner en peligro la salud de las personas.</p> <p>En el capítulo III, artículo 98, hace referencia de las condiciones ambientales, se debe establecer procedimientos y control de materiales o sustancias que puedan afectar la salud de los empleados y su capacidad de trabajo. Como ejemplo: los elementos de limpieza usados en los mantenimientos estableciendo las características y sus fichas técnicas para su adecuada manipulación.</p>
SAE JA1011		Presenta criterios de evaluación para el proceso y requerimientos mínimos para el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).
ISO 14224		Es una herramienta para registrar eventos y experiencias, dando una base de

		<p>recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento.</p> <p>Indicando los lineamientos para la especificación, recolección de calidad permitiendo Cuantificar la Confiabilidad de Equipos. Sus definiciones son tomadas del RCM.</p>
ISO 31000	Sección 5.1 a 5.7	<p>Nos indica los principios y pautas para la Gestión de Riesgos, dirigida a todo tipo de organización. Fundamentándose principalmente en alta dirección y liderazgo, principios de gestión e integración de riesgos y la naturaleza iterativa del riesgo.</p>

6 Marco Metodológico

6.1 Recolección de la Información

6.1.1 Tipo de Investigación.

La investigación se desarrollará bajo un modelo mixto, dado que se tomarán datos existentes de la empresa y la información recopilada en las entrevistas.

Cuantitativa: Datos numéricos tomados de las fallas presentadas durante el año 2019.

Cualitativa: Conceptos de las personas que se encuentran relacionadas en el área.

6.1.2 Fuentes de Obtención de la Información.

6.1.2.1 Fuentes primarias.

Datos del equipo, manuales, personal operativo y líderes de mantenimiento.

6.1.2.2 Fuentes secundarias.

Para la investigación fueron se utilizaron las tesis nacionales e internacionales, artículos, libros electrónicos, portales de internet entre otros.

6.1.3 Metodología.

Para el desarrollo del objetivo “Proponer un plan de mejora del mantenimiento para el Transmisor BE FM 10S mediante la investigación de técnicas y metodologías, e implementarlo en la empresa RCN Radio, la metodología realizada se desarrolló por medio de entrevistas sectorizadas, gerente, supervisores y operarios del equipo con preguntas abiertas.

¿cómo se desarrolló los objetivos?

- Realizar un diagnóstico del estado actual del transmisor BE FM 10S por medio de una caracterización completa, con el fin de definir recursos y cronogramas de mantenimiento.
 - Recolección de información del mantenimiento que se realiza y tiempos.

- Indagar con los encargados por medio de entrevistas el comportamiento de los equipos y tipo de fallas que se presentan.
- Documentos de trabajos realizados en mantenimiento.
- Investigar las metodologías, normatividad y técnicas de mantenimiento aplicadas en la industria, contextualizando para una futura implementación en la empresa.
 - Recopilación de información de las metodologías, normatividad y técnicas de mantenimiento, material recolectado en el estado del arte, por medio del análisis de diferentes tesis nacionales e internacionales en donde se buscó información de la forma de implementar y mejorar los mantenimientos de diferentes áreas de producción,
 - En el marco teórico, donde nos contextualizamos acerca de la importancia del equipo y para qué sirve en la radiodifusión, también se recopiló información de las diferentes metodologías de mantenimiento.
- Realizar una propuesta de mantenimiento que se adapte al transmisor BE FM 10S y a la empresa mediante los datos recopilados.
 - Con base a la información recopilada se pudo seleccionar el tipo de mantenimiento más adecuado para la empresa, para seguir su planteamiento en plan de mantenimiento para el transmisor BE FM 10S.

6.1.4 Información recopilada.

En la tabla 2. Se puede observar el registro de fallas que se presentaron durante el año 2019, con el cual se pudo observar las fallas más frecuentes que se presentan y poder realizar un análisis causa y efecto. A su vez por medio de entrevistas al personal encargado llegando al desarrollo del DAFO.

Tabla 2*Registro de fallas en año 2019*

Fecha	Actividad	# Fallas
30/01/19	NO SE HAN PRESENTADO FALLAS	
25/02/19	Apagado con aguaceros fuertes	1
7/03/19	Daño en Modulo 1	1
15/03/19	Otro daño en Modulo 1	1
10/04/19	Daño Modulo 2 RF	1
16/04/19	Se retira Modulo 5 por altas reflejadas	1
26/04/19	Se instala modulo reparado	
9/05/19	Se daña modulo #5	1
15/05/19	Se instalan módulos reparados	
30/05/19	Se daña fuente, se instala una de backup	1
10/06/19	Daño en el modulo #2, bloqueo de equipo	1
17/06/19	Se restituye modulo reparado	
20/06/19	Se daña modulo #7	1
3/07/19	Se repone modulo #7	1
12/07/19	Se realiza mantenimiento preventivo	
1/08/19	NO SE HAN PRESENTADO FALLAS	
6/09/19	Falla del Tx, quemado cable más contactos en fase 2, se cambia por contactor nuevo	1
28/09/19	Se retira por daño modulo del TX auxiliar	1

3/10/19	Falla en el módulo #2	1
4/10/19	Se repone modulo #2, Daño en tarjeta combinadora	1
22/10/19	Medida de reflejadas altas no corresponde a Vatímetro externo	1
28/10/19	Se recalibra metro del equipo	1
30/10/19	Falla en TX Auxiliar, Modulo #6	1
7/11/19	Se prueban módulos en reparación, no funcionan	
28/11/19	Se recalibra lectura de reflejadas en proporción a vatímetro externo	
3/12/19	Se retira modulo #1 por altas reflejadas	1
5/12/19	TX se apaga por fallas en módulos 1,7 y 10	1
16/12/19	Se instala modulo #10, altas reflejadas en modulo #1	1
	TOTAL 2019	20

Nota: Registro Histórico, Gestión de calidad.

6.1.4.1 Registro de Fallas del Equipo.

Se recolecto información de las fallas que se presentan en el equipo transmisor por medio de un registro histórico llevado por el ingeniero de calidad. Como se puede observar en la tabla 2.

6.1.4.2 Entrevistas.

Se realizaron entrevistas al personal directa mente responsable en el área como son: gerente nacional técnico, director Técnico se Bogotá, a los dos ingenieros de mantenimiento y Transmisoristas responsables del equipo transmisor.

Gerente nacional técnico: desde su punto de vista los mantenimientos se están llevando en una forma adecuada puesto que se ha cumplido con los tiempos de la emisora al aire el cual se lleva en un 99.8%, lo cual está integrado en el manual de gestión de calidad de la empresa, donde

se estipularon mantenimientos programados cada 6 meses con fechas fijas y se busca realizarlo lo más exacto posible, los recursos son suministrados por la empresa en forma efectiva ya sea recursos o personal.

Teniendo en cuenta que se ha integrado nuevo personal no solo en Bogotá, si no a nivel nacional este semestre se está implementando cursos a distancia donde está presente todo el personal técnico para reforzar sus conocimientos en el área de AM y FM.

El ingeniero está muy interesado en mejorar el área de conocimiento y se lleven mejores registros y actividades de mantenimiento, con este registro de actividades se llevar un control de calidad de las tareas efectuadas y una guía para realizar un diagnóstico a una falla que se presente.

Ingenieros del área: Los ingenieros se encuentra satisfechos con las labores de mantenimiento realizadas, se encuentran analizando las diferentes de fallas que se presentan buscando minimizar estas no solo en Bogotá si no a nivel nacional, y ya se encuentran implementando estas actividades como enviar a las ciudades rodamientos para las turbinas buscando evitar las que fallen inesperadamente. Los dos ingenieros de FM Bogotá encuentran dictando clases de FM a todos los ingenieros de acuerdo con lo solicitado con la Gerencia Nacional. Están muy interesados con los resultados de los análisis fallas y taxonomía del equipo, que se están realizando para este proyecto de investigación puesto no se está llevando un registro de tareas y procedimientos adecuadamente.

6.1.4.3 Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas (DAFO) de la Compañía.

Con la siguiente matriz de análisis nos permitirá diagnosticar la situación estratégica que se encuentra el área de mantenimiento, aludiendo a las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, para conocer sus características internas y los riesgos, representado en la tabla 3.

Tabla 3*DAFO*

	Aspectos Negativos	Aspectos Positivos
	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -Falta de actividades registradas.- Personal nuevo en el departamento técnico. -Transición de personal sin capacitación adecuada. -No aprovechamiento de conocimiento del personal de experiencia. -Cultural del personal de mantenimiento 	<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Personal con experiencia. -Recursos tecnológicos actualizados. -Cumplimiento en las labores de mantenimiento. -Credibilidad con nuestros clientes.
Factores internos		
	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Incumplimiento de tiempo al aire. -Aumento de fallas del equipo. -Insatisfacción de usuarios 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aumentar el conocimiento de los sistemas de transmisión. -Tener un registro de actividades de mantenimiento. -Eficiencia de recursos de mantenimiento.
Factores externos		

Nota: Autores del Proyecto

6.2 Análisis de la Información

6.2.1 Análisis de Jerarquización y Matriz de Criticidad.

6.2.1.1 Descripción del Proceso y su Propósito.

Es una empresa de radio difusión que tiene como objetivo mantener informada a la ciudadanía y a su vez proporcionar entretenimiento, el objetivo principal es mantener este enlace con los oyentes sin interrupción. Una emisora radial está conformada en tres áreas principales, las cuales son: estudios, enlaces y transmisores. Para nuestro estudio trabajara con el equipo transmisor del área transmisores, en la Ilustración 14 se puede apreciar un transmisor y el sistema radiante asociado. El transmisor BE FM10S es el encargado de generar o transmitir una onda de radiofrecuencia, por medio de una antena que entrega la energía al medio de propagación, en nuestro caso este medio es el aire, siempre buscando la máxima transferencia de energía y mantener la cobertura estipulada.

Ilustración 14

Transmisor BEFM 10S y Sistema Radiante



Nota: Departamento técnico Bogotá, imagen tomada en transmisores de RCN radio.

6.2.1.2 Sistemas que Corresponde al Equipo.

En las siguientes tablas se realizará un desglose taxonómico del equipo transmisor BE FM10S, en cuanto sistema, subsistemas, componentes, elementos, y determinar su codificación, se observa a su vez una parte del desglose del sistema hasta la parte de los elementos, ya que el transmisor está compuesto por muchos más, para la presente investigación son suficientes estos datos.

Para la investigación es una parte fundamental, con lo cual se inició un conocimiento del equipo trasmisor, se puede ver muy básico, pero con este punto de partida se apreció el conocimiento del personal técnico a cargo y los demás integrantes del departamento técnico.

Tabla 4*Taxonomía del Sistema Transmisor*

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES	ELEMENTOS
Transmisor BE FM10S	Contactor	Breaker	Bornera
		Cableado	
		Terminales	
		Tornillos	
	Turbina	Ventilador	Rodamiento
		Filtro	Malla
		Unión plástica	
		Arandelas	
		Tonillos	
	Excitador FXi 60	Amplificador operacional	
		Diodo varicap	
		Cristal de cuarzo	
		Resistencias	
		Bobinas	
		Condensador	
	Filtros pasa bajos	Bobinas	
		Condensadores	
	Combinadores	Tornillos	
		Aisladores	
		Placas de cobre	
	Módulos amplificadores RF	Resistencia de acople 220	

		Condensador de acople	
		Condensador electrolítico	
		Condensador de aislamiento	
		Transistor 330W dual	
	Fuente de poder	Sockets	
		Ventilador	Rodamiento
	Líneas de transmisión	Tonillos	
		Uniones	
		Línea Rígida	
		Herrajes	
	Antenas	Anclajes	
		Uniones	
		Aisladores	
		Repartidor de antena	

Nota: Autores del Proyecto

Tabla 5

Codificación

Transmisor BE FM10S	TRA
Sistema	Codificación
Electrónico	E
Mecánico	M
SUBSISTEMA	Codificación
Contactor	CON
Turbina	TUR

Excitador Fxi 250	EXC
Filtros pasa bajo	FIL
Combinador	COM
Módulo amplificador RF	MOD
Fuente de poder	FUE
Línea de transmisión	LIN
Antena	ANT
Componentes	Codificación
Breaker	A
Cableado	B
Terminales	C
Tornillo	D
Ventilador	E
Filtro	F
Unión plástica	G
Arandelas	H
Amplificador operacional	I
Diodo	J
Cristal de cuarzo	K
Resistencia	L
Bobina	M
Condensador	N
Aislador	Ñ

Placas de cobre	O
Resistencia de acople 220	P
Condensador de acople	Q
Condensador electrolítico	R
Condensador de aislamiento	S
Transistor 330W dual	T
Sockets	U
Unión	V
Línea Rígida	W
Herrajes	X
Anclaje	Y
Repartidor de antena	Z
Parte Mantener	Codificación
Bornera	1
Rodamiento	2
Malla	3
Empaque	4

Nota: Autores del Proyecto

6.2.1.3 Análisis de criticidad.

El análisis de criticidad tabla 6, permite detectar el equipo más crítico de nuestro subsistema, por medio de la frecuencia de falla y las consecuencias, dando como resultado la criticidad, tabla 7. En este caso podemos determinar que el subsistema más crítico del transmisor son los módulos de radio frecuencia y las fuentes.

Tabla 6*Matriz de criticidad*

1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25
	1	2	3	4	5

ALTO	A
MEDIO	M
BAJO	B

Nota: Autores del Proyecto

Tabla 7*Cálculo de criticidad*

SUB SISTEMA	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	COLOR
TRA-E-CON-A	2	5	10	M
TRA-M-TUR-E	2	5	10	M
TRA-EXI-I	1	5	5	B
TRA-E-FIL-G	1	5	5	B
TRA-E-COM-D	1	3	5	B
TRA-E-MOD-I	5	5	25	A
TRA-M-FUE-E	5	4	20	A
TRA-LIN-Y	1	10	10	M
TRAN-ANT-Z	1	10	10	M

Nota: Autores del Proyecto

6.2.2 Modos de Falla.

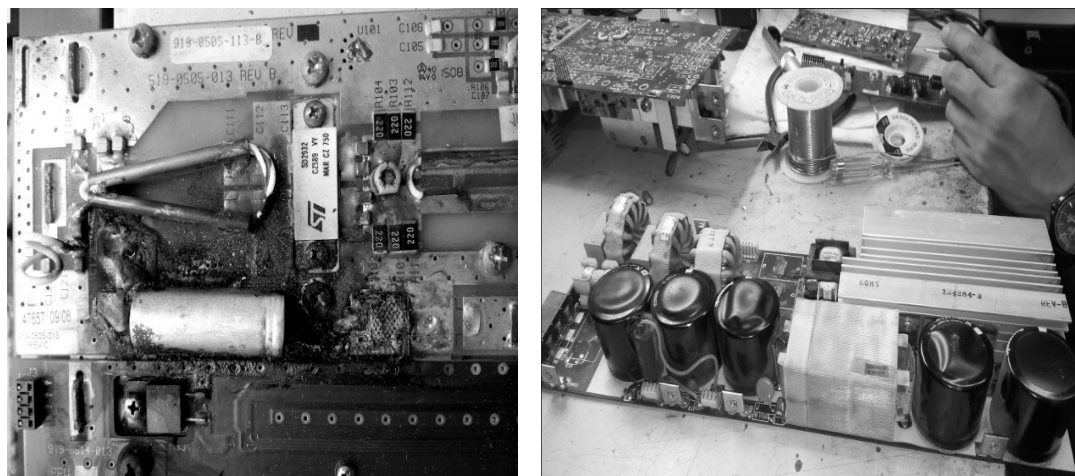
6.2.2.1 Causa de cada falla funcional.

La disminución de la potencia en el transmisor es consecuencia de falla de alguno de los módulos de radiofrecuencia que proporciona en el equipo se cuenta con 15 módulos de RF, siendo la suma de estos el resultado de la frecuencia final. A su vez estos módulos se encuentran alimentados por 4 fuentes, por ello cuando falla una fuente las demás la suplen, manteniendo los módulos alimentados con voltaje, pero ocasiona que se baje la potencia.

En la Ilustración 16, se observa un módulo de radio frecuencia el cual presento problemas de interconexión de sus componentes amplificadores causando recalentamiento.

Ilustración 15

Modulo RF y Fuente



Nota: Tomado por los realizadores de la investigación.

La turbina que se puede apreciar en la Ilustración 16, controla el aumento de la temperatura de los compartimientos del transmisor, esta falla es consecuencia de un filtro de entrada de aire en mal estado o características inadecuadas, mal funcionamiento uno de los 4

ventiladores en los cuales los rodamientos es el problema más usual y elementos extraños que no permitan la entrada de aire en el transmisor.

Ilustración 16

Turbina



Nota: Tomado por los realizadores de la investigación.

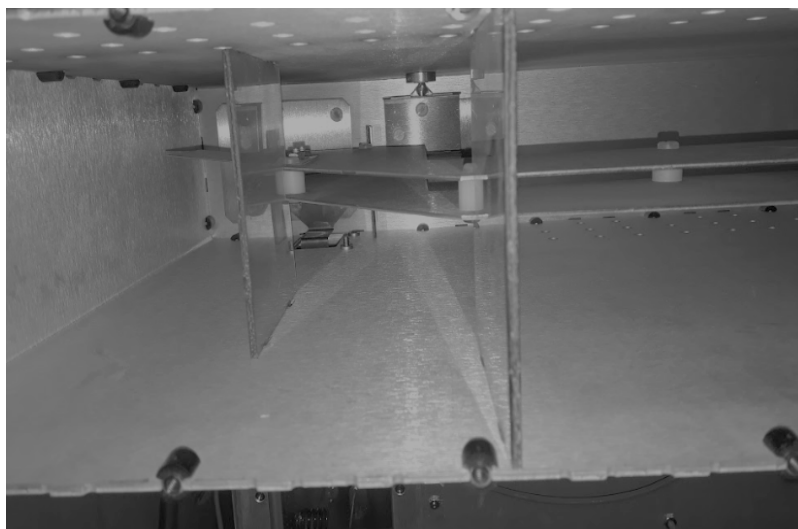
La función de radiar la información en un sistema de transmisión se encuentra en la antena, la falla que se puede presentar en los diferentes empalmes, en línea de transmisión la cual es el cable que une el transmisor a la antena, puede ser ocasionado por ruptura de soldaduras o corrosión de sus partes.

La función de sumar la potencia de los módulos se encuentra en el subsistema de combinador, cuando este falla el equipo se apaga inmediatamente ocasionado por el aumento de señal de refregada, cuya alarma e indicador se muestra en el compartimiento de control. Esta falla es ocasionada por desgaste de unos tornillos separadores que mantiene una distancia fijada entre flejes de alta potencia, una variación de estas distancias altera su correcto funcionamiento. Y por corrosión en el empalme de salida entra tornillo final y fleje de alta potencia, esto se puede observar fácilmente en un mantenimiento, pero la maniobrabilidad para llegar al punto es de

complicado acceso, y por recalentamiento en la unión del fleje y tornillo de salida, se puede apreciar con cambios de color, Ilustración 17.

Ilustración 17

Combinador

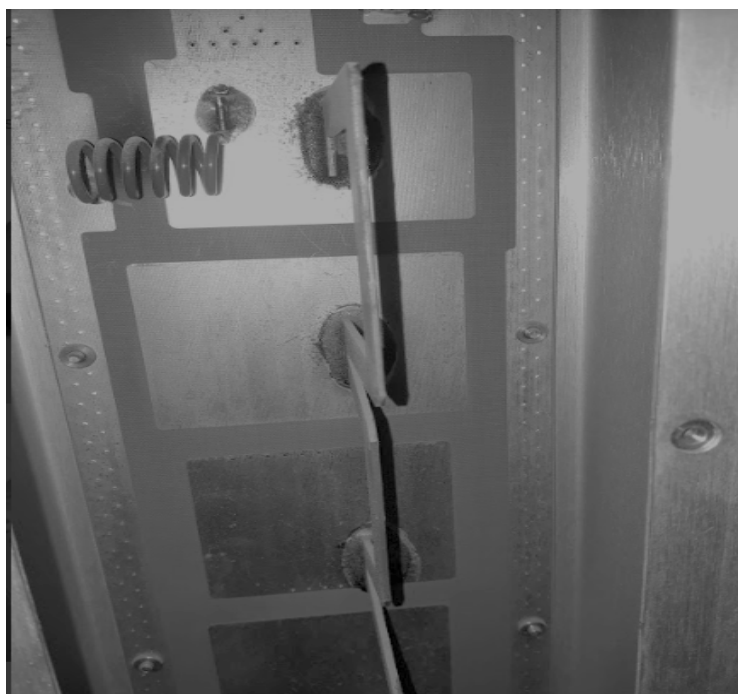


Nota: Departamento técnico Bogotá

Tiene como función mantener la frecuencia en el puto adecuado para que el usuario final está en los filtros, este corrimiento de señal ocasiona ruido en la sintonía de la emisora, puesto no se encuentra en la frecuencia adecuada y ruidos ocasionados en las etapas amplificadoras, ocasionado por corrosión o desgaste de las uniones soldadas de los componentes, como podemos observar en la Ilustración 18, se observa recalentamiento de las uniones por desgaste de las soldaduras.

Ilustración 18

Filtro



Nota: Departamento técnico Bogotá

6.2.2.2 Modos de falla.

El análisis de modo y efecto de fallas nos permite identificar fallas en los sistemas y así se puede evaluar y clasificar de la mejor manera sus efectos, causas y elementos de identificación para evitar su ocurrencia y mantener un método documentado de prevención de estas.

Tabla 8

Modos de falla

Función	Falla Funcional	Tipo Primaria o Secundaria	Modo de Falla	Código
Transmitir 10Kw	La potencia es menor a 10Kw	S	Módulo de Radio frecuencia no trabajando	TRA-E-MOD

			Fuente de voltaje sin de salida	TRA-E-FUN
			Aumento de Reflejadas	TRA-E-ANT
Suministrar Aire al Transmisor	Aumento de temperatura en los compartimientos del transmisor	P	Filtro en mal estado	TRA-M-TUR-F-3
			Ventilador Bloqueado	TRA-M-TUR-E
			Residuos extraños	TRA-M-TUR
Radiar la información al medio	Falta de cobertura de acuerdo con la potencia	S	Empalmes con filtraciones	TRA-M-ANT-V-4
			Línea de transmisión defectuosa	TRA-M-LIN-C-4
			Corrosión de los elementos	TRA-M-ANT-Z
			Ruptura de soldaduras	TRA-M-ANT-Z
			Deshidratador defectuoso	TRA-DES
Sumar la potencia entre módulos	Se apaga el equipo, aumentando las reflejadas	P	Desgaste de separadores	TRA-M-COM-D
			Recalentamiento del fleje de alta	TRA-M-COM-V-5
			Corrosión de fleje de alta	TRA-M-COM-V-5
Mantener la frecuencia centrada	Distorsión en el audio que se sintoniza	S	Corrosión en contactos	TRA-M-FIL-C
			Desgaste de uniones	TRA-M-FIL-V

Nota: Autores del Proyecto
Análisis respuesta:

Con base a los modos de falla presentados se pueden dar algunas recomendaciones como:

- Revisión periódica de las lecturas y con base al historial para prevenir futuras fallas funcionales y mayor conocimiento del comportamiento del equipo.

- Revisión periódica de tornillería de los combinadores y un registro fotográfico del estado de los flejes de alta potencia.
- Inspección por parte del operador de la temperatura y detección de ruidos extraños que ocurran.

6.2.2.3 *Análisis Consecuencias de los Modos de Falla.*

- Fallas ocultas:

- Se pueden presentar estas fallas ocultas en nuestra etapa de control donde se nos suministra muestras del funcionamiento del transmisor, por medio de sensores, y nos pueden mostrar información incorrecta. Información de potencia de salida, señal de reflejada, nivel de audio, voltaje.

- Una falla oculta que se presenta en el medio donde está trabajando el transmisor, si el lugar no es el adecuado en cuanto aislamiento, ventilación, humedad, crea problemas futuros en componentes del equipo.

- Falso contacto en las conexiones, con malas conexiones eléctricas crean recalentamiento en las uniones ocasionando recalentamiento y futuros cortos.

6.2.2.4 *Nivel de Severidad.*

El nivel de severidad es la estimación de la gravedad del efecto del modo de falla del sistema, en la tabla 9.

Tabla 9

Nivel de Severidad

Función	Severidad
Transmitir 10Kw	5
Suministrar Aire al Transmisor	4

Radiar la información al medio	5
Sumar la potencia entre módulos	10
Mantener la frecuencia centrada	7

Nota: Autores del Proyecto

6.2.2.5 Nivel de Ocurrencia.

El nivel de ocurrencia es la probabilidad de que una causa específica suceda y resulte un modo de falla. Se puede apreciar en la tabla 10.

Tabla 10

Nivel de Ocurrencia

Función	Ocurrencia
Transmitir 10Kw	5
Suministrar Aire al Transmisor	4
Radiar la información al medio	2
Sumar la potencia entre módulos	1
Mantener la frecuencia centrada	2

Nota: Autores del Proyecto

6.2.3 Funciones del Sistema.

A continuación, se indicará la función principal y secundaria del equipo de estudio.

- Función principal

- Módulo de RF: Amplificar señal de entrada.
- Fuente: con una alimentación de 220 Volt Ac, generar la alimentación DC 50V-100A.
- Turbina: inserta aire frío para disminuir el gradiente de temperatura en la cavidad PA.
- Antena: Radiar La potencia al medio.
- Combinador: Sumar las señales de los de módulos de RF a una sola.
- Filtro: Mantener la señal de portadora amplificada centrada en la frecuencia deseada.

- Indique la función secundaria:

- Módulo de RF: no tienen función secundaria, tiene una función específica.
- Fuente: no tienen función secundaria, tiene una función específica.
- Turbina: Remover impurezas en las superficies de los módulos.
- Antena: no tienen función secundaria, tiene una función específica.
- Combinador: no tienen función secundaria, tiene una función específica.
- Filtro: no tienen función secundaria, tiene una función específica.

En la tabla 11, podemos observar las funciones principales y secundaria si existe observando lo que los conforman, igual a lo enunciado anteriormente.

Tabla 11

Secciones-Funciones-Sistemas de la máquina

Maquina /Sección	Funciones Principal y Secundaria		Sistemas que lo conforman
Módulo de RF	P	Amplificar señal de entrada	Etapas de acoplamiento
			Etapas amplificadoras
	S		Combinador

			Disparador 700w
Fuente	P	con una alimentación de 220 Volt Ac, generar la alimentación DC 50V-100A	Sección de rectificación
			Sección de potencia
			Sección de control
			Ventilador
	S		
Turbina	P	Extraer el aire caliente generado por los equipos	Aspas
			Rotor
			Eje chasis
	S	Remover impurezas en las superficies de los módulos	
Antena	P	Radiar La potencia al medio	Línea viva.
			Línea atierra
	S		Brida de sintonía
Combinador	P	Sumar las señales de los de módulos de RF a una sola	Lámina de cobre
			Capacitores de acoplamiento
	S		Herraje de salida
Filtro	P	Mantener la señal de portadora amplificada centrada en la frecuencia deseada.	Filtro Combinador
			Filtro pasa banda
			Sumador
	S		

Nota: Autores del Proyecto

6.2.3.1 Análisis de Modos de Fallas y sus Efectos.

Teniendo como cada falla se puede presentar cada proceso representa un riesgo potencial y por ello la importancia entender cómo se presenta y diseñar acciones o actividades de mejora en el momento de plantear el mantenimiento. En la Ilustración 19, se observa parte de un análisis

Ilustración 19

Análisis de Modos de Fallas y sus Efectos

3	ANÁLISIS DE MODOS DE FALLAS Y SUS EFECTOS				HOJA		FECHA		REVISADO	Nº
4						1		26/09/20	Carlos Pérez	
5	MÁQUINA							MODELO		
6		TRANSMISOR						BE FM 10S		
7	SISTEMA							TIPO		
8								RADIO DIFUSION		
9	FUNCIÓN							RESPONSABLE		
10	TRANSMITIR 10 KW EN 104.4 Mhz							RCN RADIO		
11					MODO DE FALLA					
12	FALLA FUNCIONAL								EFFECTO DE FALLA	CONSECUENCIAS
13					NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3			
14						1.1 Falla Amplificadores	1.1.1		No funcionamieto del Modulo Amplificador de RF	Se baja la potencia de salida del transmisor
15	La potencia es menor a 10Kw	1	Módulo Amplificador de Radio frecuencia no trabajando		1.2 Falla etapa de acoplamiento	1.2.1 Falla Resistencias				
16					1.3 Falla Combinador	1.3.1 Falla Resistencias				
17					1.4 Falla disparador 700w	1.4.1 Soldaduras malas				
18					2.1 Falla de la tarjeta de control	2.1.1 Falla deTransistores			Baja el voltaje hacia los modulos Amplificadores de RF	Se baja la potencia de salida del transmisor
19		2	Fuente en sin voltaje de salida			2.1.2 Falla Condensadores				
20						2.1.3 Falla Resistencias				
21					2.2 Falla de ventilador	2.2.1 Falla de aspas				
22						2.2.2 Falla de rodamientos				
23					2.3 Falla de rectificador	2.3.1 Falla de condesador				
24					2.4 Falla de combinador	2.4.1 falla de resistencias				
25					3.1 Etapa de acople	3.1.1 Unión Fallando			Baja la señal de Radiofrecencia	Se baja la potencia de salida del tranmsisor
26		3	Aumento de Reflejadas		3.2	3.1.2 Tronillos fallando			Recalentamiento de lineas	
27					3.3	3.1.3 Falla en el empaque				
28					3.4	3.1.4				
29					4.1	4.1.1				
30		4			4.2	4.1.2				
31					4.3	4.1.3				
32					4.4	4.1.4				

Nota: Tomado de anexo 1, de la investigación Propuesta de Mejoramiento del Plan De Mantenimiento en Equipo Transmisor BE FM10S

6.3 Propuesta de Solución

Durante el proceso de recolección de la información se evidencio la necesidad de enfocar la propuesta de mejora en el frente de confiabilidad humana y de procesos, enfocado el manejo del conocimiento del sistema del transmisor BE FM10. Aprovechar los datos y análisis obtenidos en esta investigación, para que con ellos se tenga un punto de inicio en el mejoramiento del mantenimiento en esta área.

Con base lo anterior se trabajará en un sistema de optimización de mantenimiento planeado PMO ya que se enfoca en varios frentes, uno de ellos es confiabilidad de los equipos y otro es la productividad del personal.

7 Impactos Esperados / Generados

7.1 Resultados Alcanzados

Partiendo con las tareas propuestas en la investigación del transmisor BE FM10 se obtuvo:

Se analizo el programa de mantenimiento anterior, se obtuvo información de la forma de mantenimiento efectuado el cual era preventivo programado efectuado cada 6 meses y correctivo según las novedades, y predictivo donde se evidencio la experiencia de los ingenieros y su conocimiento en el área, se contextualizo sus procedimientos y experiencias.



Esta información obtenida se realizó una jerarquización del equipo, matriz de criticidad evidenciando los componentes más susceptibles a falla y modos de falla permitiendo realizar un AMEF con su hoja de decisión, y lo más satisfactorio es el inicio de la implementación del 5W+1H donde se realiza el plan de acción para efectuar cada actividad.

Todo este trabajo evidencio la necesidad de mejorar el manejo del conocimiento en transmisores llevando a la gerencia técnica a realizar capacitaciones virtuales no solo en la ciudad de Bogotá sino integrando a toda el área técnica del país.

Estas capacitaciones ayudo a ampliar y contextualizar esta investigación en el transmisor BEFM10, aportando sus experiencias y material complementario, siendo muy satisfactorio el interés prestado ya que a ven el beneficio en implementar estas mejoras del conocimiento en el área de mantenimiento y posteriormente a otros sistemas.

7.2 Actividades

Durante la implementación de las mejoras sugeridas en el plan de mantenimiento actual, se espera gradualmente un aumento en la confiabilidad y disponibilidad del equipo analizado e intervenidos por el departamento técnico, optimizando el tiempo de respuesta en el

										Plan SW + 1H										R/CN RADIO PLAN: 0000-01-1-00 Date: 26/SEPTIEMBRE/2020														
NEGOCIO										PROCESO DE TRANSMISION RADIAL										Línea: 1														
COL (X)		USA ()		CAR ()								Realizado Por: Carlos Pérez																						
CON (X)		CEM ()		AGR ()		Número de Máquinas: 1						Fecha: 03/10/2020																						
Mantenimiento Filtro																																		
Where?										What?										Who?					When?					Which?				
Donde Ejecutar la Orden (activo, equipo o componente)?										Que hacer?										Quien hace la actividad?					Cuando se hace la actividad?					Con qué Repuesto requerido / Herramienta necesaria?				
MAQUINA		SISTEMA		EQUIPOS Y/O COMPONENTE CRITICO		INVENTARIO		FUNCION DEL SISTEMA / EQUIPO (O COMPONENTE CRITICO)		MODO DE FALLA		CAUSA DE FALLA		CHECK LIST		CATEGORIA		CENTRO DE TRABAJO		FRECUENCIA		PARRILLO		H/H		CODIGO SAP		Refracción		Unidad (Litro / Kg/L / etc.)		Herramienta		
														OPERACIONAL	PREDICTIVOS																			
Transmisor BE FM10S		Filtro		Conexión Cobre		COLTRIS01BOG		Mantener la frecuencia en los rangos predeterminados 104.4MHz		Corrosión en los contactos o desgaste en las uniones		Desgaste		X X X		Sección de FM		Departamento Técnico Bogotá		Cada vez que falla		X		8		700111		Soldadura de plomo		Kg		Maleta Jensen JK17 o Similar		
<div></div>																																		

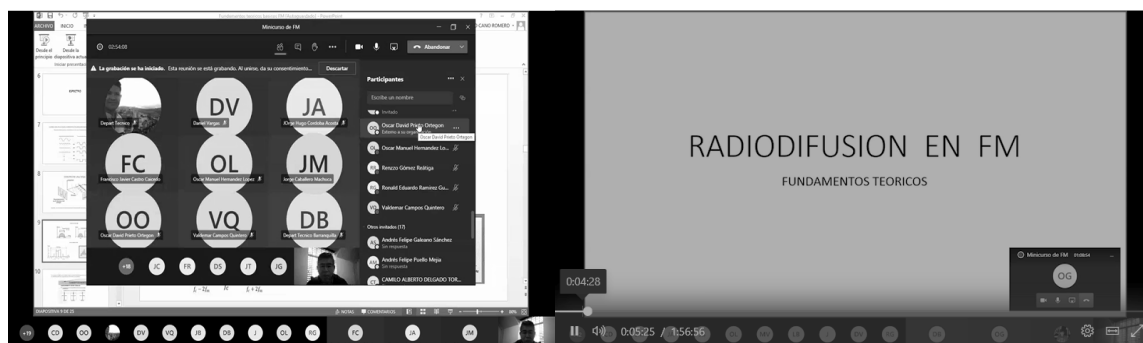
Nota: Tomado de anexo 2, de la investigación Propuesta de Mejoramiento del Plan De Mantenimiento en Equipo Transmisor BE FM10S.

7.2.2 Realización de Capacitaciones.

Se implementaron capacitaciones integrando a todo el personal técnico del país, con el objetivo de compartir conocimientos y experiencias de los diferentes integrantes en el área de mantenimiento, lo podemos apreciar en la Ilustración 21. Adicionalmente todos los integrantes pueden repasar la información ya que se mantendrá en la nube de la empresa, para consulta de todos los empleados.

Ilustración 21

Capacitaciones Virtuales




Nota: Tomado durante capacitación del Ingeniero Carlos Páez del Departamento técnico Bogotá

7.2.3 Implementación del Formato FMECA.

Con la implementación del formato FMECA, se efectúan eficientemente las actividades con base al análisis de modos de falla, efectos y criticidad, en la Ilustración 22, se observa el formato FMECA que se realizó en la investigación y se puede apreciar con más detenimiento en el anexo 3.

Ilustración 22

Formato FMECA del Transmisor BEF M10

AMEF															
Descripción															
Este cuadro analiza los modos y efectos de falla de los equipos mantenibles del área de transmisores, realizando un registro detallado de componentes, partes y suministros para elaborar el plan de mantenimiento correspondiente, disponible y adecuado de los instrumentos y equipos correspondientes a las labores de la empresa.															
Diseñado por: Carlos Páez					Revisado por: Ingeniero de Calidad										
Fecha de creación: 6 10 2020 Día Mes Año					Fecha últ. Revisión: 9 10 2020 Día Mes Año										
Máquina o Equipo: Transmisor Radial para 104.4MHz					Código Equipo: 700111										
Marca: BE FM 10S					Serie: FM10S										
Encargado del Equipo: Ingenieros del Área FM Bogotá					Observaciones:					MANTENIMIENTO					
TAXONOMÍA					MODOS Y EFECTOS					RIESGO				DESCRIPCIÓN DEL M	
EQUIPO	SISTEMA	SUB-SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODOS DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	MÉTODO DE DETECCIÓN	DETECTABILIDAD	OCURRENCIA	SEVERIDAD	NPR	Tipo de Mantenimiento	Descripción Activi
Cada condición se encuentra descrita en el documento de grado.															
			Breaker	Controla Paso de energía											
	Mecánico		Cableado	Transportar energía	No ha y voltaje de entrada al transmisor	Componente del contactor fallando	El transmisor no transmite la señal	Contactos en mal estado	Observación	1	1	9	9	Mantenimiento Preventivo	Limpieza y ajuste de conectores
		Contactor	Terminales	Conectar cableado											
			Tomillos	sujetar breaker y pasa cables											
			Ventilador	Suministrar aire al transmisor											
	Mecánico	Turbina	Unión plástica	sujetar ventilador	aumento de la temperatura en los compartimientos del transmisor	Daños en los módulos Electrónicos del transmisor	Falta de aire en los equipos electrónicos	Suciedad	Mantenimiento Predictivo	1	4	4	16	Mantenimiento Preventivo	Limpieza, prueba de ventiladores y cambio rodamientos
			Arandela	Ampliar el área de unión con el tornillo											
			Tomillos	sujetar el ventilador											
			Amplificador	Elevar la señal de entrada											
			Diodo	Interruptor unidireccional de corriente											
				Oscilador que resuena a	Sin señal de entrada e los	Mal funcionamiento	Sin señal de audio a la		Mantenimiento					Mantenimiento	Limpieza del equipo

Nota: Tomado de anexo 3, de la investigación Propuesta de Mejoramiento del Plan De Mantenimiento en Equipo Transmisor BE FM10S.

8 Análisis Financiero

8.1 Análisis

En este análisis se analizaron los costos asociados al desarrollo de las actividades necesarias para la ejecución de las funciones de mantenimiento. Para realizar el estudio se tomó en cuenta los eventos ocurridos de acuerdo con las novedades presentadas en año 2019 y se puede observar en la figura 15, en la sección 6.1.5, en este documento. No se toman costos de productividad ya que el transmisor trabaja 24/7 durante todo el año y al momento de falla crítica o parada de mantenimiento se cuenta con uno o dos equipos alternos.

8.1.1 Inversión asociada al Mantenimiento.

Esta investigación fue realizada con base a los datos obtenidos en el área de radiodifusión FM del transmisor BE FM10 ubicado en el cerro el cable de la ciudad de Bogotá, y presta el servicio a la emisora radial Radio Fantástica con la frecuencia 104.4 MHz.

La inversión de adquisición del equipo transmisor y elementos asociados para el funcionamiento de este, a su vez se observa el costo de los dos elementos más críticos que presenta el trasmisor según resultados de la investigación, módulo de radio frecuencia y fuente a se enuncian en la tabla 12.

Tabla 12 *Costos equipos*

UNID	Elemento	Precio Unitario
1	Transmisor BE FM10S	\$ 210.000.000
2	Excitador FXi60	\$ 20.000.000
3	Modulo Radio Frecuencia	\$ 12.000.000
4	Fuente	\$ 20.000.000

Nota: autor del proyecto

La siguiente lista de repuestos son los necesarios en stock, para dar cumplimiento al mantenimiento de los transmisores BE FM, por un periodo de un año.

Tabla 13 *Repuestos*

UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	PREC./UNIT	PRECIO TOTAL
1	30	Fusible 40A-300VAC Ref. BUSS JN40	\$168.200	\$ 5.046.000
2	10	SCR 40A-600V REF. TYN630	\$18.500	\$ 185.000
3	10	Resistencia axial Ref. 8.45 Ohmio 1/4W	\$ 2.100	\$ 21.000
4	10	Resistencia Ref. 5 Ohmio/5W/10%	\$ 6.800	\$ 68.000
5	20	Diodo 1A-600V Ref. 1N4937	\$ 2.800	\$ 56.000
6	15	Resistencia Ref. 7.5 ohmio 1/2W	\$ 4.100	\$ 61.500
7	20	Diodo 1A-1000V Ref. 1N4007	\$ 100	\$ 2.000
8	20	Power Mosfet Ref.IRFBC40LC TO220	\$14.800	\$ 296.000
9	10	Diodo Zener 75V-5W Ref. 1N5374B	\$ 4.300	\$ 43.000
10	10	Diodo 6A-600V Ref. P600J	\$ 6.500	\$ 65.000
11	20	Diodo Dual 30 A-600V Ref. RURG3060C TO-247	\$34.200	\$ 684.000
12	20	Diodo Dual 15 A-600V Ref. MUR3060WT	\$ 32.600	\$ 652.000
13	24	Mosfet de Potencia Ref.APT50M85JVFR	\$172.000	\$ 4.128.000
14	10	Supresor Trancientes 15V/5% Rf. SA15CA	\$ 4.700	\$ 47.000
15	15	Diodo 1A-40V Ref. 1N5819	\$ 2.200	\$ 33.000
16	10	Diodo 15V-500MW-5% Ref. 1N965B	\$ 8.600	\$ 86.000
17	10	Diodo Axial 1A-600V Ref. STTA106	\$12.800	\$ 128.000
18	50	Transistor Ref. 35N60CFD TO-247	\$38.200	\$ 1.910.000
19	25	Driver Ref. IR2110-2 Dip	\$37.800	\$ 945.000

20	25	Compuerta NOR Ref. CD4001BE	\$ 1.800	\$45.000
21	10	Flip-Flop Dual CMOS Ref. CD4013BE	\$ 3.100	\$ 31.000
22	25	Condensador Electrolítico Ref. 15uF/25V	\$ 1.800	\$ 45.000
23	25	Condensador Electrolítico Ref. 2.2F/100V	\$ 2.100	\$ 52.500
24	25	Condensador Electrolítico Ref. 33uF/16V	\$ 1.200	\$ 30.000
			Subtotal	\$14.660.000
			Iva 19%	\$ 2.785.400
			Total	\$17.445.400

Nota: Autor del Proyecto

Adicionalmente el mosfet de Potencia Ref. 3914 con un valor de \$ 800.000, que se realiza por compras especiales con el Área financiera con justificación previa del departamento técnico.

El sueldo del profesional de mantenimiento es de \$ 4.000.000 mensuales, asumiendo que labora 192 horas al mes, el valor hora cuesta \$ 20.833,3.

8.1.2 Costos Asociados a la Implementación del Plan de Mantenimiento.

Debido a que no se cuenta con un registro histórico de inversiones realizadas, para este cálculo de costos se toma como base el FMECA realizada en esta investigación el cual se encuentra en la sección 7.1.3, en este documento.

Se identifica la tarea realizada y el costo que involucra esta actividad, se puede detallar en la tabla 14.

Tabla 14 *Costos Actividades de Mantenimiento*

Fecha	Subsistema	Tarea Realizada	Tiempo	Costos		
				Repuestos	Mano de Obra	Total
03/02/20	Turbina	Limpieza, prueba de los ventiladores y cambio de rodamientos	4	\$ 200.000	\$ 20.833,3	\$ 883.332,3
02/03/20	Filtros	Evaluación de los componentes y limpieza	4	\$ 150.000	\$ 20.833,3	\$ 683.332,3
13/04/20	Combinadores	Evaluación de los componentes y limpieza	4	\$ 250.000	\$ 20.833,3	\$ 1.083.332,3
04/05/20	Fuente	Limpieza de los compartimientos y conectores	2	\$ 200.000	\$ 20.833,3	\$ 441.666,3
01/06/20	Módulo de Radio Frecuencia	Limpieza de los compartimientos y conectores	1	\$ 200.000	\$ 20.833,3	\$ 220.833,3
07/07/20	Control	Limpieza	1	\$ 100.000	\$ 20.833,3	\$ 120.833,3
TOTAL, COSTOS DE MANTENIMIENTO						\$ 2.638.330,8

Nota: Autores del Proyecto

8.2 Costo de Ciclo de vida

Para el cálculo de ciclo de vida del transmisor se tomarán algunos datos de costos, con lo cual se buscará observar su comportamiento de costos a través de los años de vida, obteniendo el valor de beneficio ciclo de vida (VPN), y a su vez el retorno de la inversión (ROI).

La empresa tiene los siguientes datos para calcular el ciclo de vida, periodos para la recuperación de la inversión del transmisor.

De acuerdo con el mercado, el precio de cada promoción radial promedio es \$100.000 con un aumento promedio de un 2% cada año, diariamente se emiten 256 promociones.

El salario básico un operador es \$1300.000, durante el día hay cuatro operadores repartidos durante el día, y tiene un factor prestacional del 25%.

El costo mensual de servicios operativos es de \$5'000.000 en estudios, energía en transmisores \$15'000.000, mantenimiento y repuestos \$1'600.000, gastos de comunicaciones \$2'000.000 y mantenimiento \$2'000.000

El costo del equipo trasmisor fue de \$210'000.000, la inflación para cada uno de los años se estima en 4%.

Tabla 15 *Datos del ejercicio*

vida útil	30	años
Precio del servicio	\$ 100.000	pauta publicitaria
Aumenta anual	0,02	2 % anual
Actividad- Operaciones	30	Diario
Actividad- Operaciones	600	mensual
Total ingresos	\$ 60.000.000	mensual
Salario operador	\$ 1.625.000	Mensual +factor prestacional
Salario 4 operadores	\$ 3.250.000	mensual
Salario director	\$ 6.250.000	Mensual +factor prestacional
Salario trasmisorista	\$ 1.375.000	mensual+factor prestacional
Total salario	\$ 11.125.000	mensual
Factor prestacional	0,25	25 %.
Valor servicios Operativo estudio	\$ 5.000.000	mensual
Energía transmisores	\$ 15.000.000	mensual
Mtto y Repuestos	\$ 1.600.000	
Gato en comunicaciones	\$ 2.000.000	mensual
Total gastos Mensual	\$ 23.600.000	mensual
Mantenimiento	\$ 2.000.000	mensual
valor activo	\$ 210'000.000	

Tabla 16 Costos Flujo Neto en 30 Años

		Tasa efectiva mensual	0,00327374	Tasa efectiva anual	0,04	
	ROI	2687	%	VPN Anual	\$ 5.643.190.456,79	
	ROI	25,87				
		Egresos				
periodo	ingresos	salario	otros	Mtto	Inversion	flujo neto
0					\$210.000.000	-210.000.000
1	\$733.106.526	\$135.930.168	\$288.355.234	\$2.000.000		306.821.124
2	\$747.768.657	\$141.367.375	\$294.122.338	\$2.040.000		310.238.943
3	\$762.724.030	\$147.022.070	\$300.004.785	\$2.080.800		313.616.375
4	\$777.978.511	\$152.902.953	\$306.004.881	\$2.122.416		316.948.261
5	\$793.538.081	\$159.019.071	\$312.124.978	\$2.164.864		320.229.167
6	\$809.408.842	\$165.379.834	\$318.367.478	\$2.208.162		323.453.369
7	\$825.597.019	\$171.995.027	\$324.734.828	\$2.252.325		326.614.840
8	\$842.108.960	\$178.874.828	\$331.229.524	\$2.297.371		329.707.236
9	\$858.951.139	\$186.029.822	\$337.854.115	\$2.343.319		332.723.884
10	\$876.130.162	\$193.471.014	\$344.611.197	\$2.390.185		335.657.765
11	\$893.652.765	\$201.209.855	\$351.503.421	\$2.437.989		338.501.500
12	\$911.525.820	\$209.258.249	\$358.533.489	\$2.486.749		341.247.333
13	\$929.756.337	\$217.628.579	\$365.704.159	\$2.536.484		343.887.115
14	\$948.351.463	\$226.333.722	\$373.018.242	\$2.587.213		346.412.286
15	\$967.318.493	\$235.387.071	\$380.478.607	\$2.638.958		348.813.857
16	\$986.664.862	\$244.802.554	\$388.088.179	\$2.691.737		351.082.393
17	\$1.006.398.160	\$254.594.656	\$395.849.943	\$2.745.571		353.207.989
18	\$1.026.526.123	\$264.778.442	\$403.766.942	\$2.800.483		355.180.256
19	\$1.047.056.645	\$275.369.580	\$411.842.281	\$2.856.492		356.988.292
20	\$1.067.997.778	\$286.384.363	\$420.079.126	\$2.913.622		358.620.666
21	\$1.089.357.734	\$297.839.738	\$428.480.709	\$2.971.895		360.065.393
22	\$1.111.144.889	\$309.753.327	\$437.050.323	\$3.031.333		361.309.906
23	\$1.133.367.786	\$322.143.461	\$445.791.329	\$3.091.959		362.341.037
24	\$1.156.035.142	\$335.029.199	\$454.707.156	\$3.153.799		363.144.989
25	\$1.179.155.845	\$348.430.367	\$463.801.299	\$3.216.874		363.707.305
26	\$1.202.738.962	\$362.367.582	\$473.077.325	\$3.281.212		364.012.843
27	\$1.226.793.741	\$376.862.285	\$482.538.871	\$3.346.836		364.045.748
28	\$1.251.329.616	\$391.936.776	\$492.189.649	\$3.413.773		363.789.418
29	\$1.276.356.208	\$407.614.247	\$502.033.442	\$3.482.048		363.226.471
30	\$1.301.883.332	\$423.918.817	\$512.074.111	\$3.551.689		362.338.715

Nota: Autores del Proyecto

Los resultados durante el periodo de treinta años se pueden apreciar en la tabla 16, con base a los datos en la tabla 15.

Con base a los valores obtenidos se obtiene como resultado:

$$VPN = \$ 6.759.899.196,99$$

$$ROI = 3219\%$$

$$ROI = \$ 31,19$$

El retorno de la inversión ROI, cuando el ingreso es \$6.759.899.196,99 y mi inversión es de \$210.000.000 es igual a 3219% por cada peso invertido, obteniendo \$31,19 pesos de retorno, y podemos concluir que es muy rentable.

9. Conclusiones y Recomendaciones

9.1 Conclusiones

- Se establecieron y describieron las diferentes metodologías, seleccionando el PMO como herramienta para la realización del mantenimiento a los equipos.
- Se generó un mayor conocimiento acerca del equipo transmisor BE FM10, teniendo en cuenta la taxonomía del sistema.
- Se mantiene un seguimiento efectivo al modo de falla de los subsistemas, implementando medidas para eliminarlas o mitigarlas.
- Se determinaron que subsistemas son los más críticos y con base al resultado se fortalecieron las actividades de mantenimiento a desarrollar.
- Aumento en la eficiencia y eficacia de los recursos de mantenimiento.

9.2 Recomendaciones

- Implementar registro de actividades a diferentes activos, a los cuales se realicen mantenimiento.
- La metodología que se propuso PMO sea parte del proceso estándar de la empresa, con el fin de optimizar tiempos y efectividad en el momento de realizar las labores de mantenimiento.

10. Bibliografía

- [7.-+EL+MÉTODO+DE+LAS+5S%2F7.-+EL+MÉTODO+DE+LAS+5S.pdf](#). (s. f.). Recuperado 11 de septiembre de 2020, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5055/fichero/7.-+EL+M%C3%89TODO+DE+LAS+5S%252F7.-+EL+M%C3%89TODO+DE+LAS+5S.pdf>
- [16 – ¿Cómo funciona un transmisor? – Radios Libres](#). (s. f.-a). Recuperado 29 de octubre de 2020, de <https://radioslibres.net/16-como-funciona-un-transmisor/>
- [16 – ¿Cómo funciona un transmisor? – Radios Libres](#). (s. f.-b). Recuperado 9 de septiembre de 2020, de <https://radioslibres.net/16-como-funciona-un-transmisor/>
- [98512103.2014.pdf](#). (s. f.). Recuperado 13 de julio de 2020, de <http://bdigital.unal.edu.co/45948/12/98512103.2014.pdf>
- [AAS8053.pdf](#). (s. f.). Recuperado 4 de julio de 2020, de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS8053.pdf>
- [Acosta, C. A. C., & Roa, J. R. V. \(s. f.\). ANALISIS DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR METALMECANICO. 67.](#)
- [Andia, V., & Omar, A. \(2017\). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas \(UPC\).](#)
- <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622200>
- [Beltrán, A. M. P., & Díaz, R. C. \(2016\). IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA OBTENER ESTADÍSTICAS DEL ESTADO ACTIVO DE EQUIPOS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA PARA LA GESTION DE ACTIVOS. 79.](#)
- [Bonifacio, A., Pérez, H., & Antonio, J. \(s. f.\). Propuesta de mejora en la Gestión del Mantenimiento de Subestaciones de Transmisión en una empresa de Distribución de Energía](#)

Eléctrica. 179.

Broadcast Signals. (s. f.). Recuperado 29 de octubre de 2020, de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Audio/bcast.html>

Buitrago, H. F., Bravo, D. A., & Baquero, A. F. A. (s. f.). *PROYECTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN TERMOGRAFÍA PARA EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE LA FAMILIA IPASOLINK MARCA NEC.* 56.

Contreras, A. (2016). *EVALUACION DE VARIABLES.* 111.

Flores y Luis—Propuesta de implementación del mantenimiento cent.pdf. (s. f.). Recuperado 11 de septiembre de 2020, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621686/Ordo%c3%bl ez_jf.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Iván y Núñez—Propuesta de mejora para incrementar la disponibil.pdf. (s. f.). Recuperado 11 de septiembre de 2020, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625854/Cuba_nc.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Manual para Radialistas Analfatécnicos. (s. f.). Recuperado 29 de octubre de 2020, de <https://www.analfatecnicos.net/pregunta.php?id=16>

Martínez, C. A. S. (s. f.). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA RED ÓPTICA DE UNA HFC.* 127.

Mejía, C. M., Beltrán, D. A. L., & Cardenas, K. G. R. (s. f.). *DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN EQUIPOS IMAC APLICANDO METODOLOGIA RCM II.* 101.

Metodología de las 5S. (2019, octubre 29). *Ingeniería Industrial Online.*

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/P5sd6996.pdf>. (s. f.). Recuperado 9 de septiembre de 2020, de

<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6996.pdf>

Pinilla, Y. R., Sossa, F. A., & Méndez, M. A. (2015). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE PARA LOS ACTIVOS DE LA EMPRESA CONNEXION MÓVIL*. 70.

Plan de mantenimiento basado en RCM. (s. f.). Recuperado 7 de julio de 2020, de
<http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>

Poveda Catalán y Guardiola Aparisi—2019—Análisis de Causa Raíz. Técnicas y relación con lo.pdf. (s. f.). Recuperado 13 de julio de 2020, de
https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/06/3C-TECNO-ED.-30_VOL.-8_N%C2%BA-2_art-5-1.pdf

¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. (s. f.). 107.

Rangel, M. F. R. (2011). *IMPLEMENTACIÓN DE LOS PILARES TPM (Mantenimiento Total Productivo) DE MEJORAS ENFOCADAS Y MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN OFIXPRES S.A.S*. 108.

Romero, E. M. (2015). *FORMULACIÓN DE RUTINAS PARA UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN AMPLIFICADORES DE UNA RED HFC*. 101.



Sistemas de radiocomunicaciones—RAMÍREZ LUZ, RAMÓN - Google Libros. (s. f.).
 Recuperado 11 de julio de 2020, de
<https://books.google.com.co/books?id=uNISCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=mantenimiento+radiodifusi%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewjT97LszsbqAhXOnOAKHQIPccQ4FBDoATAIegQICBAC#v=onepage&q=mantenimiento%20radiodifusi%C3%B3n&f=false>




Torres, V., & Carlos, J. (s. f.). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Extruplas S.A.* 115.

Unidad1.pdf. (s. f.). Recuperado 9 de septiembre de 2020, de
<http://www1.frm.utn.edu.ar/aplicada3/apuntes/Unidad1.pdf>

Vergara, J. A. J., & Caro, J. D. (2010). *Tácticas de mantenimiento.* 92.

Veria_RN.pdf. (s. f.). Recuperado 11 de septiembre de 2020, de
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626589/Veria_RN.pdf?sequence=14&isAllowed=y

ANÁLISIS DE MODOS DE FALLAS Y SUS EFECTOS				HOJA		FECHA		REVISADO		Nº 1	
				1		26/09/20		Carlos Pérez			
MÁQUINA				TRANSMISOR				MODELO			
								BE FM 10S			
SISTEMA				Modulo, Fuente, Turbina, Combinador, Filtro, Antena				TIPO			
								RADIO DIFUSION			
FUNCIÓN								RESPONSABLE			
TRANSMITIR 10 KW EN 104.4 Mhz								RCN RADIO			
				MODO DE FALLA							
FALLA FUNCIONAL										EFECTO DE FALLA	
				NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		CONSECUENCIAS	
La potencia es menor a 10Kw						1.1 Falla Amplificadores		1.1.1		No suministra la señal de entrada amplificada a 400w	
				1 Módulo Amplificador de Radio frecuencia no trabaland		1.2 Falla etapa de acoplamiento		1.2.1 Falla Resistencias		Se baja la potencia de salida del transmisor	
						1.3 Falla Combinador		1.3.1 Falla Resistencias			
						1.4 Falla disparador 700w		1.4.1 Soldaduras malas			
				2 Fuente en sin voltaje de salida		2.1 Falla de la tarjeta de control		2.1.1 Falla deTransistores		Baja el voltaje hacia los modulos Amplificadores de RF	
								2.1.2 Falla Condensadores			
								2.1.3 Falla Resistencias			
						2.2 Falla de ventilador		2.2.1 Falla de aspas			
								2.2.2 Falla de rodamientos			
						2.3 Falla de rectificador		2.3.1 Falla de condesador			
						2.4 Falla de combinador		2.4.1 falla de resistencias			
3 Aumento de Reflejadas				3.1 Etapa de acople		3.1.1 Unión Fallando		Baja la señal de Radiofrecencia		Se baja la potencia de salida del tranmisor	
						3.1.2 Tronillos fallando					
						3.1.3 Falla en el empaque					

Aumento de Temperatura de los Compartimientos del Transmisor 	4	Filtro en mal estado	4.1	4.1.1	Falta de aire en los equipos electronicos	Daños en los Modulos de RF y y Fuentes de alimentación
	5	Ventilador Bloqueado	5.1 Rodamiento en mal estado 5.2 Aspas en mal estado	5.1 5.1		
	6	Residuos extraños en el compartimiento				
Falta de Cobertura de cuerdo con la potencia 	7	Empalmes con filtraciones en antena	7.1	7.1.1	Genera aumento de sañal de reflejadas en equipo	Disminucion de la potencia radiada,y ineficiencia del equipo
	8	Línea de transmision defectuosa	8.1	8.1.1		
	9	Ruptura de soldaduras en enplamen de antena	9.1			
	10	Deshidratador fallando	10.1	10.1.1		
Se apaga el equipo por aumento de reflejadas 	11	Desgaste de acopladores de acolamiento	11.1	11.1.1	Aumento de reflejadas criticamente	Se apaga el transmisor
	12	Recalentamiento de la lamina de cobre	12.1 Soldaduras malas	12.1.1		
	13	Capacitor de acoplamiento defectuoso	13.1	13.1.1		
Corrimiento de la señal deacuerdo a la frecuencia de trabajo 	14	Corrocion en los Contactos	14.1	14.1.1	El audio no se escucha con nitides en la frecuencia de la emisora	Mala señal de recepción
	15	Desgaste de uniones	15.1	15.1.1		

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----



APAGAR EL
APAGAR EL EQUIPO
TRANSMISOR Y
DESENERGIZAR



RETIRAR LAS
TAPAS TRASERAS
DEL EQUIPO



SOLTAR
TORNILLOS
UNICADOS
ALREDEDOR DE
LOS MODULOS



DESCONECTAR
CABLES DE ALA LA
DERECHA Y OC A LA
IZQUIERDA



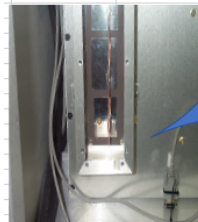
GIRAR
COMPARTIMIENTO
SOBRE LAS GUIAS
LATERALES



DESCONECTAR
CONECTORES
DELS DE LOS
SENSORES



RETIRAR TORNILLOS
DEL
COMPARTIMIENTO
DEL FILTRO



ACCESO AL
FILTRO LIBRE
PARA
TRABAJAR



FORMA INCORRECTA
DE DESMONTAR
COMPARTIMIENTO



FORMA CORRECTA
DE DESMONTAR
COMPARTIMIENTO

[illegible]

[illegible]

[illegible]